

# **Technická univerzita v Liberci**

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Magisterský studijní program: Strojírenská technologie

Zaměření: Obrábění a montáž

## **RACIONALIZACE MONTÁŽE VÝPARNÍKU PSA X7 VE FIRMĚ BEHR CZECH S.R.O., MNICHOVO HRADIŠTĚ**

## **RATIONALIZATION ASSEMBLY OF THE EVAPOATOR PSA X7 IN THE COMPANY BEHR CZECH Ltd., MNICHOVO HRADIŠTĚ**

**KOM - 1074**

**Miroslav Růžička**

Vedoucí práce: Doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant: Ing.Eva Sedláčková, Behr Czech s.r.o.

Počet stran: 92

Počet příloh: 60

Počet tabulek: 15

Počet obrázků: 49

Počet grafů: 7

Datum: 9. 5. 2008



**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**Fakulta strojní**

Katedra obrábění a montáže

Studijní rok: 2007/2008

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Jméno a příjmení : **R ů ž i č k a M i r o s l a v**  
Magisterský studijní program : M2301 Strojní inženýrství  
Obor : 2303T002 Strojírenská technologie  
Zaměření : Obrábění a montáž

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

**Racionalizace montáže výparníku PSA X 7 ve firmě BEHR GmbH Mnichovo Hradiště**

Zásady pro vypracování:  
(uveďte hlavní cíle diplomové práce doporučené metody pro vypracování)

1. Charakteristika výrobce a jeho programu
2. Popis stávající montáže výparníku
3. Vytipování problematických míst montážního procesu z hlediska vzniku závad
4. Návrh opatření k odstranění příčin závad
5. Návrh nového procesu montáže zahrnující navržená opatření a zajišťující zkrácení operačního času v taktu s operací zkoušení
6. Zhodnocení návrhu.

Forma zpracování diplomové práce:

- průvodní zpráva: cca 50 stran textu
- grafické práce: obrázky, tabulky a grafy – dle potřeby

Seznam literatury (uved'te doporučenou odbornou literaturu):

1. ZELENKA, A., KRÁL, M. *Projektování výrobních systémů*. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. 365s. ISBN 20-01-01302-2
2. HOFMANN, P. *Technologie montáže*. vyd. Plzeň: Vydavatelství ZČU, 1997. 90s. ISBN 80-7082-382-8
3. DUŠÁK, K. *Technologie montáže. Terminologie*. vyd. Liberec: TU v Liberci, 2003. 24s. ISBN 80-7083-731-4
4. DUŠÁK, K. *Technologie montáže. Základy*. vyd. Liberec: TU v Liberci, 2005. 113s. ISBN 80-7083-906-6

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Konzultant diplomové práce: Ing. Eva Sedláčková, BEHR GmbH

Doc. Ing. Jan Jersák, CSc.  
vedoucí katedry obrábění a montáže



Prof. Ing. Petr Louda, CSc.  
děkan

V Liberci, dne 25.10.07

## ***ANOTACE***

Označení DP: 1074

Řešitel: Růžička Miroslav

### **RACIONALIZACE MONTÁŽE VÝPARNÍKU PSA X7 VE FIRMĚ BEHR CZECH S.R.O., MNICHOVO HRADIŠTĚ**

#### ***ANOTACE***

Diplomová práce analyzuje montáž, zkoušení a balení vybraného typu výparníku na montážní lince Behr Czech s. r. o., v Mnichově Hradišti. Zabývá se zjišťováním příčin vzniku závad na výparníku během montáže výrobku. Zaměřuje se především na závady související s montáží na pracovišti "lisování přípojných trubek výparníku" a na následné odstranění těchto závad.

### **RATIONALIZATION ASSEMBLY OF THE EVAPOATOR PSA X7 IN THE COMPANY BEHR CZECH Ltd., MNICHOVO HRADIŠTĚ**

#### ***ANNOTATION:***

Thesis provides analysis of assembly, testing and packaging of a particular evaporator at the assembly line BEHR CZECH Ltd., Mnichovo Hradiště. Thesis focuses on discovering reasons for evaporator defects occurrence during product assembly, especially defects related to a process of the evaporator assembly during connecting tubes pressing and consequently removing of the defects.

Klíčová slova: MONTÁŽ, VELKÁ A MALÁ PŘÍPOJNÁ TRUBKA, LISOVÁNÍ

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2008

Archivní označ. zprávy:

Počet stran:	92
Počet příloh:	60
Počet obrázků:	49
Počet tabulek:	15
Počet grafů:	7



## ***MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ***

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta.

V Liberci dne 9.5.2008

## Poděkování

Děkuji vedoucímu své práce paní Ing. Evě Sedláčkové a panu Dipl.-Ing. Lukáši Formánkovi za cenné rady, náměty a připomínky, bez nichž by tato práce nikdy nevznikla a dále za mimořádně pečlivé a časově náročné odborné vedení této práce doc. Ing. Karlem Dušákem CSc. Rád bych také tímto poděkoval Pavle Dobiášové za grafickou a jazykovou úpravu.

## OBSAH

1. ÚVOD.....	7
1.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBCE, VÝROBNÍ PROGRAM .....	8
1.2 POPIS OBJEKTU MONTÁŽE.....	9
2 POPIS SOUČASNÉHO STAVU.....	10
2.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO USPOŘÁDÁNÍ MONTÁŽE.....	10
2.1.1 Schéma uspořádání montáže.....	12
2.1.2 Rozpis jednotlivých dílů montážní jednotky a jejich označení .....	15
2.1.3 Značení montážní jednotky po jednotlivých operacích .....	16
2.1.4 Popis jednotlivých pracovišť linky pro montáž výparníku PSA X7.....	16
2.2 POPIS A URČENÍ FUNKCE PRACOVIŠTĚ PSA X7.....	25
2.2.1 Technický popis.....	25
2.2.2 Rám.....	26
2.2.3 Pneumatické prvky.....	26
2.2.4 Celkový pohled na stroj a umístění základních prvků.....	26
2.2.5 Popis ovládání stroje.....	26
2.2.6 Zprovoznění stroje.....	26
2.2.7 Zapnutí stroje.....	27
2.2.8 Obnovení pracovního stavu po nouzovém vypnutí.....	27
2.2.9 Bodový popis činnosti obsluhy a stroje.....	27
2.3 STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGICKÝ POSTUP.....	28
3. TEORETICKÁ ČÁST.....	34
3.1 METODA URČENÍ PŘÍČIN „5 PROČ“ .....	34
3.2 METODA DIAGRAMU RYBÍ KOSTI.....	35
3.2.1 Brainstorming.....	35
3.2.2 Popis tvorby Ishikawa diagramu.....	36
3.3 ZÁSOBOVACÍ SYSTÉM KANBAN.....	37
3.3.1 Zásobovací systém kanban v Behr Czech s.r.o.....	38
3.3.2 Pracoviště zásobovaná KANBANEM.....	39
3.3.3 Pracoviště zásobované jiným způsobem než- li kanbanem:.....	39
3.4 PÁJECÍ ZAŘÍZENÍ FIRMY BEHR NOCOLOK.....	40
3.4.1 Schematické znázornění pájecího zařízení NOCOLOK.....	40
3.4.2 Popis procesu odmaštění.....	41
3.4.3 Proces nanášení taveniny (fluxování).....	41
3.4.3.1 Fyzikální vlastnosti – specifikace fluxující přísady.....	42
3.4.4 Fáze sušení.....	42
3.4.5 Fáze pájení.....	44
4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	48
4.1 VŠEOBECNĚ O ZÁVADÁCH PŘI MONTÁŽI VÝPARNÍKŮ.....	48
4.2.1 Grafický přehled objemu šrotu výparníku PSA X7 před vlastní racionalizací .....	49
4.2.2 Souhrnné procentuální zastoupení závad před racionalizací.....	50
4.3 POPIS ZÁVAD NA JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠTÍCH.....	51
4.3.2 Pracoviště kazetování (KV20).....	52
4.3.3 Pracoviště lisování přípojných trubek výparníku PSA X7(KV30).....	53
4.3.3.1 Lisování trubek výparníku.....	54
4.3.3.2 Toleranční pole dodávaných dílů.....	54
4.3.3.3 Mechanické nastavení přípojných trubek v zakladačce pracoviště KV30.....	54
4.3.3.4 Nastavení tlaku při lisování.....	55

4.3.3.5 Ukládání výparníku po lisování do letovacích rámu.....	55
4.3.3.6 Přesunutí výparníku na válečkovou trať.....	59
4.3.3.7 Válečková trať a termické odmaštění.....	59
4.3.4. Pec a pájecí proces.....	60
4.3.5 Povrchová úprava Beroxal.....	61
4.3.6 Montáž expanzního ventilu.....	62
4.3.7 Pracoviště kontroly heliem.....	63
4.3.8 Pracoviště kontroly polohy expanzního ventilu.....	64
4.4 NÁVRH OPATŘENÍ K ODSTRANĚNÍ PŘÍČIN ZÁVAD PŘI MONTÁŽI	
TRUBEK VÝPARNÍKU PSA X7.....	65
4.4.1 Příčina 1 -nevhodná rozměrová kombinace velká přípojná trubka - víčko sběrné trubky výparníku.....	65
4.4.1.1 Hodnocení zkušebních náměrů.....	67
4.4.1.2 Montáž s vybranými montážními díly.....	67
4.4.1.3 Návrh opatření pro minimalizaci vlivu tolerance rozměru trubky na vznik závady na pracovišti lisování přípojných trubek.....	69
4.4.2 Příčina 2 Velká vůle víčka ve sběrné trubce.....	69
4.4.2.1 Návrh pro minimalizaci příčiny těchto závad.....	70
4.4.3 Příčina 3. Nastavení velikosti tlaku lisování.....	71
4.4.3.1 Kontrola skupiny výparníků po termickém odmaštění.....	74
4.4.3.2 Kontrola skupin výparníků po peci.....	74
4.4.3.3 Kontrola skupin výparníků po testování heliem.....	75
4.4.3.4 Návrh pro optimalizaci příčiny 3 - velikost lisovacího tlaku.....	75
4.4.4 Příčina 4 Nesprávné usazení přípojných trubek v zakladačce přípojných trubek.....	75
4.4.4.1 Návrh pro optimalizaci příčiny nesprávného usazení v zakladačce.....	77
4.4.5 Příčina 5 Přípojných trubek nesoucí částečně váhu krytky.....	77
4.4.5.1 Návrh pro optimalizaci příčiny 5.....	80
5.1 OPATŘENÍ 1 – ZMĚNA PÁSMO TOLERANCE PŘÍPOJNÝCH TRUBEK.....	81
5.2 OPATŘENÍ 2 – ZMĚNA ZALISOVÁNÍ VÍČKA VE SBĚRNÉ TRUBCE	
U DODAVATELE MONTÁŽNÍHO DÍLU.....	81
5.3 OPATŘENÍ 3 NASTAVENÍ LISOVACÍHO TLAKU STROJE NA LISOVÁNÍ PŘÍPOJNÝCH TRUBEK.....	82
5.4. OPATŘENÍ 4 ZMĚNA KONCEPTU ZAKLADAČKY PŘÍPOJNÝCH TRUBEK VÝPARNÍKU.....	82
5.5 OPATŘENÍ 5 ZMĚNA KONCEPTU DRŽÁKU PŘÍPOJNÝCH TRUBEK V LETOVACÍM RÁMU.....	82
5.6 PRIMÁRNÍ NÁKLADY NA REALIZACI NOVÝCH OPATŘENÍ.....	83
5.7 GRAFICKÉ ZHODNOCENÍ VLIVU JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ NA OBJEM CELKOVÉHO ŠROTU.....	83
5.7.1 Procentuální zastoupení závad po jednotlivých opatřeních.....	85
5.8 RACIONALIZACE PRACOVIŠTĚ MONTÁŽE EXPANZNÍHO VENTILU A OPERACE ZKOUŠENÍ TĚSNOSTI VÝPARNÍKU.....	86
5.8.1 Změna způsobu navlékání o- kroužků na přípojných trubky.....	87
5.8.3 Stůl pro navlékání o- kroužků.....	90
5.8.5 Výkonová norma na pracovišti montáže expanzního ventilu KV60.....	92
6.1 FINANČNÍ ZHODNOCENÍ RACIONALIZAČNÍCH KROKŮ NA PRACOVIŠTI KV30.....	93
6.1.1 Cenový rozpis dílů pro výparník PSA X7.....	93
6.1.2 Finanční balance racionalizačních opatření 1 - 5.....	93
6.1.3 Finanční balance zavedení pracoviště navlékání o – kroužků .....	94

7. ZHODNOCENÍ PROJEKTU.....	95
8. POUŽITÁ LITERATURA.....	96
9. SEZNAM PŘÍLOH.....	97

## 1. ÚVOD

Automobilový průmysl je jedním z nejdynamičtější se rozvíjejících odvětví spotřebního průmyslu. Ještě donedávna se konkurenční boj odehrával především v oblasti cen výrobků a minimalizace nákladů. V současné době jsou tyto dva faktory v tomto vysoce konkurenčním odvětví, jakým automobilový průmysl bezpochyby je, natolik vyrovnané a minimalizované, že pomocí nich nelze získat výraznou konkurenční výhodu. A proto vychází do popředí faktor kvality výrobku a služeb s ním spojených, jako je jeho dostupnost, servis nebo i ekologická nezávadnost. Požadavky automobilového průmyslu na své dodavatele se proto v průběhu času výrazným způsobem změnily, zvyšuje se podíl vývoje a výzkumu, přítomnosti na důležitých trzích a zvyšují se také požadavky na kvalitu dodávaných výrobků.

### 1.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBCE, VÝROBNÍ PROGRAM

Historie firmy v Mnichově Hradišti se začala psát v polovině roku 1998, kdy byl firmami Behr ve Stuttgartu a Hella v Mohelnici založen nový společný podnik – Hella-Behr s.r.o. na montáž front-endů, topení a klimatizací a na místě vzniklém odstraněním opuštěného bývalého cukrovaru byl položen základní kámen nového závodu.

Sortiment výrobků se dále rozšiřoval, přibyla výroba chladičů a chladících modulů pro užitkové a terénní vozy a pro traktory. Dne 1.1.2002 byla založena samostatná firma Behr Czech s.r.o., která postupně převzala budovu i výrobu topení a klimatizací pro vozy Škoda. Bylo rozhodnuto o uvolnění dalších investic a přesunu dalších typů výrobků z mateřské firmy a dalších sesterských firem. V roce 2003 byla provedena přístavba závodu s rozšířením zastřešené plochy a začala výroba i velkých chladičů a chladících modulů pro těžké nákladní vozy a autobusy.

S příchodem nových technologií se rozeběhla výroba výparníků a topných těles a od roku 2004 také chladících modulů pro osobní vozy. Díky dosaženým výkonům získal Behr Czech od Sdružení automobilového průmyslu cenu Podnik roku 2003. Na konci roku 2004 ve firmě pracovalo na 600 zaměstnanců a bylo dosaženo obrátu 5,3 miliardy Kč. V roce 2005 byl počet spolupracovníků zvýšen až na 700. V roce 2008 má společnost

Behr Czech s.r.o. investovat do rozšíření závodu na výrobu topných a chladících zařízení v Mnichově Hradišti téměř 1,2 miliardy korun. Vytvoří tím asi 70 nových pracovních míst.

## 1.2 POPIS OBJEKTU MONTÁŽE

Úkolem této práce je racionalizovat montáž výparníku PSA X7 a provést návrh opatření k odstranění příčin závad na výparníku při montáži. Bližší zaměření této racionalizace se bude týkat pracoviště lisování přípojných trubek výparníku PSA X7.



Zdroj: Interní materiály

**Obrázek 1 Objekt montáže**

Tento typ výměníku v současnosti zaujímá 1,4% celkové produkce firmy Behr. V podniku se vyrábí mimo tento typ ještě jednotky klimatizace a topení pro Škodu Fabia a BMW, chladiče pro MAN, Iveco, RVI a chladicí moduly pro John Deere a VW. Celková denní produkce topných těles, výparníků atd. činí cca 6000-6500 kusů.

Konkrétně v roce 2007 se vyexpedovalo celkem 1021 výměníků typu PSA X7. Prozatím je tento typ v náběhu, ale požadavek na množství montovaných výparníků tohoto typu neustále poroste a předpokládaný vývoj montáže je uveden v příloze 1.

Je montován ze součástí, které se odebírají od různých českých i zahraničních firem jako například: sběrné potrubí, přípojně trubky, ploché trubky, expanzní ventil aj. Jediný vyráběný díl v závodu jsou lamely výparníku.

Výparník je montován na požadavek od zákazníka, tj. výparník se nemontuje nepřetržitě a linka určená pro jeho montáž je v případě zakázky na tento typ nastavena. Kompletní výkresová dokumentace výparníku PSA X7 od firmy Behr Czech s.r.o. je uvedena v přílohách 2 - 6.

## **2 POPIS SOUČASNÉHO STAVU**

### **2.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO USPOŘÁDÁNÍ MONTÁŽE**

Rozmístění všech montážních linek firmy Behr v Mnichově Hradišti je uveden v příloze 7. Stávající linka pro výrobu výparníků PSA X7 se skládá z 9 pracovišť:

- Pracoviště na výrobu žebrování,
- Pracoviště kazetování výparníku
- Pracoviště lisování přípojných trubek výparníku PSA X7
- Pracoviště pájení (Pec)
- Pracoviště povrchové úpravy (Behroxal)
- Pracoviště montáže expanzního ventilu
- Pracoviště zkoušky těsnosti výparníku
- Pracoviště kontroly polohy expanzního ventilu
- Pracoviště balení a expedice

Pracoviště pájení (Pec) a Behroxal (Povrchové úpravy) jsou společná pro všechny výparníky a topná tělesa, která se v závodu montují.

Pracoviště Behroxalu jsou v závodu dvojího typu, a to Beroxal 1 a Beroxal 2. Beroxal 2 je zařízením novějším a s větší pracovní kapacitou. Při montáži výparníků PSA X7 jsou využita obě tato zařízení, a to způsobem, které zařízení je právě volné.



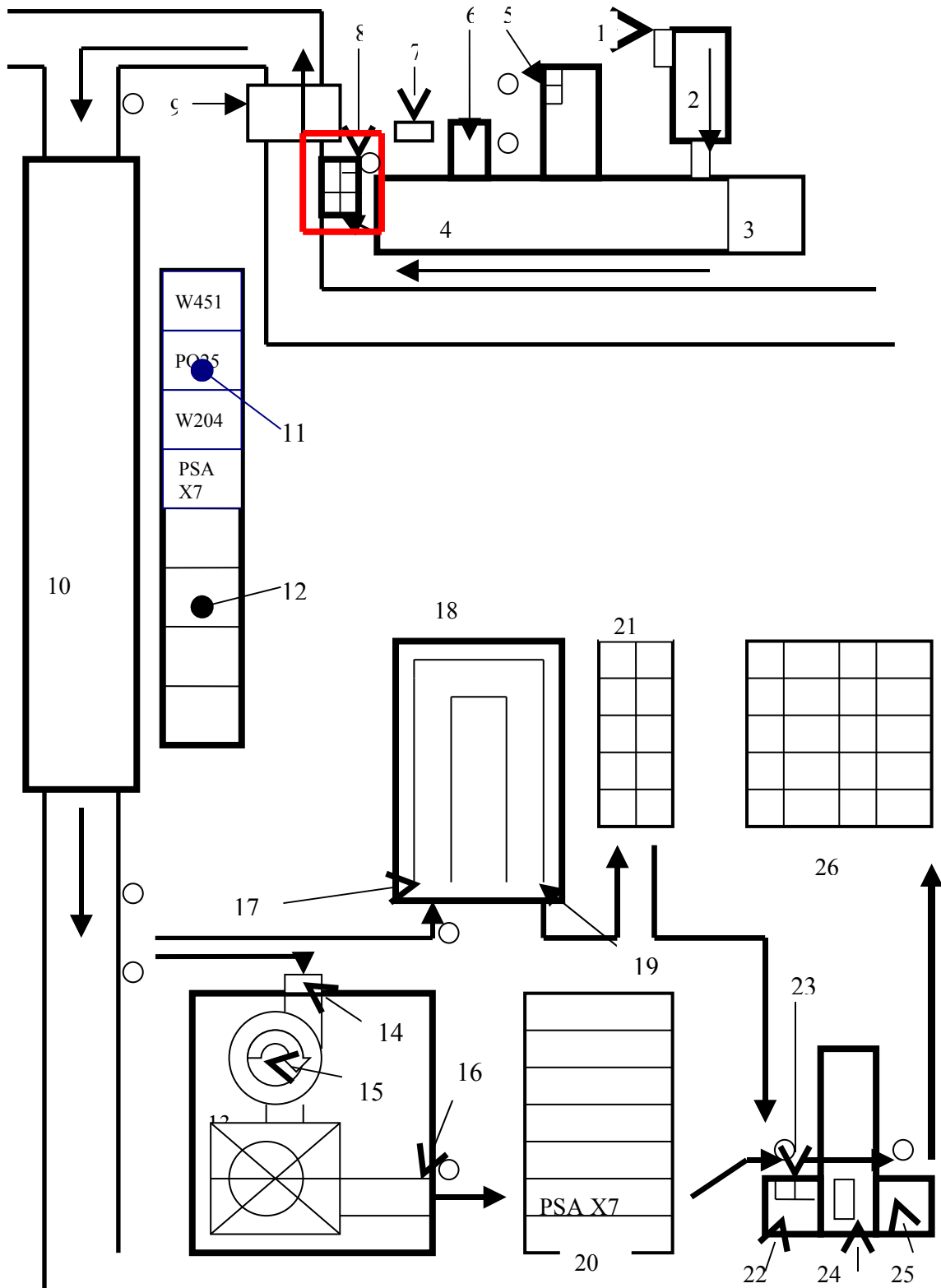
Linka pro montáž výparníků PSA X7 je použitelná pro více typů výparníků, je možné v případě požadavku zákazníka seřídit linku na dané parametry požadovaného výparníku. Seřízení se největší měrou týká pracoviště kazetování výparníků KV20.

Výrobní linka pro montážní celek výparníku PSA X7 je otevřená U-linka. Montáž je řešená jako nestacionární (pohyblivá), předmětná (skupinová). Montovaný výrobek se přesouvá mezi stacionárními pracovišti s volným taktem a pracovníci do něho vmontovávají příslušné součásti.

Pohyb montážního celku je v části linky zajištěn poháněnou válečkovou tratí. Jedná se o úsek mezi pracovištěm lisování přípojných trubek až po pracoviště pájení.

Systém montáže je zde ručně strojní. Část linky je automatizováno, např. pracoviště výroby lamel, pracoviště kazetování, pracoviště povrchové úpravy a pracoviště kontroly těsnosti montážního celku. Takt je udáván pracovištěm montáže expanzního ventilu a dobou stroje na zkoušení netěsnosti výparníku. Montáž výparníku PSA X7 obsluhuje 10 pracovníků - ti během práce přecházejí mezi pracovišti minimálně, pouze v případě výpomoci jinému pracovníkovi v blízkém okolí.

### 2.1.1 Schéma uspořádání montáže

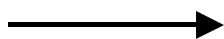


Zdroj: Vlastní zpracování

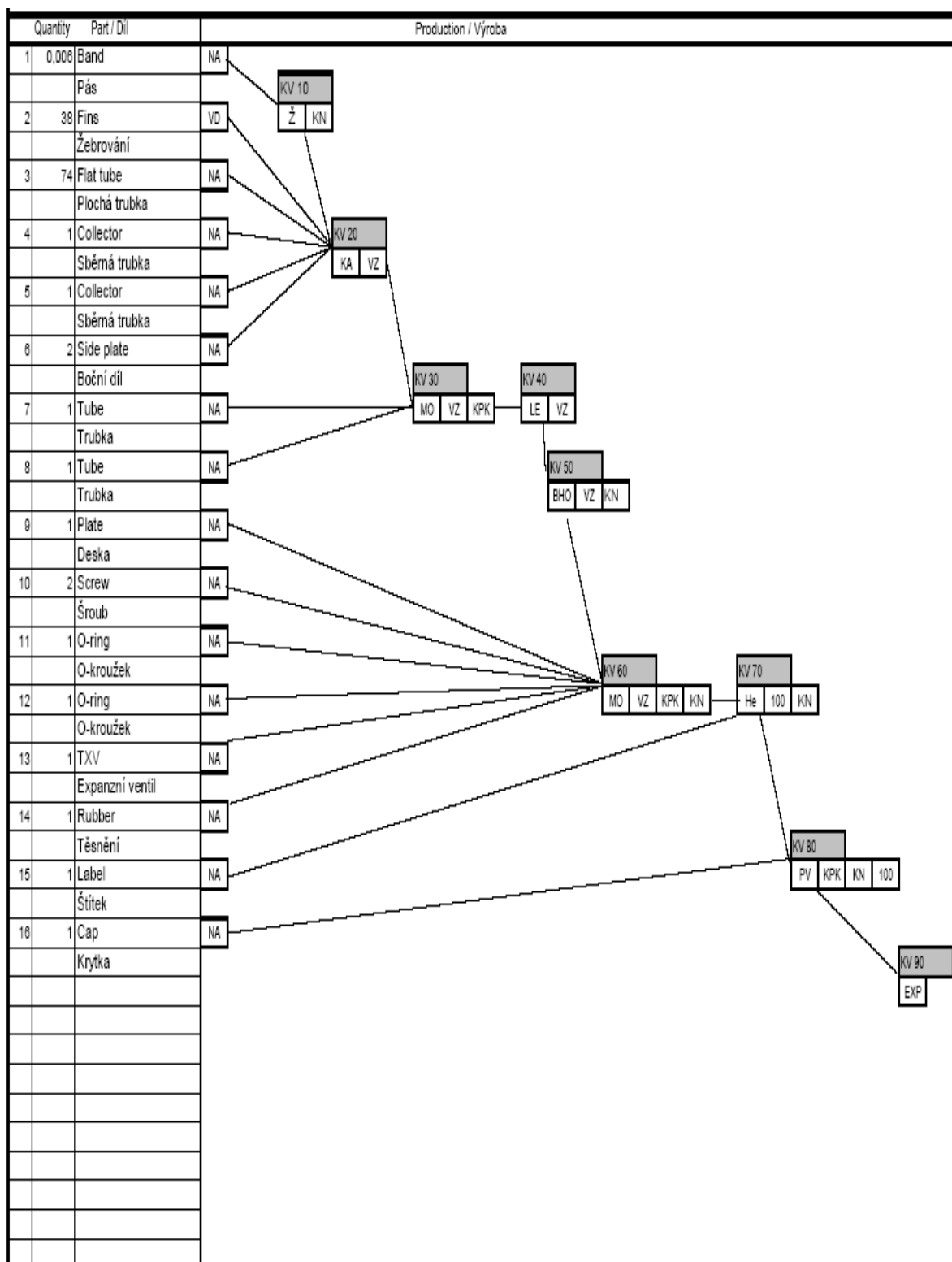
**Obrázek 2 Dispoziční řešení stávající linky pro montáž výparníku PSA X7**

## Legenda k obr. 2

- 1- Místo pro upnutí hliníkového pásu (Coilu)
- 2- Pracoviště se strojem na výrobu lamel **KV10**
- 3- Zásobník na ploché trubky
- 4- Pracoviště se strojem na kazetování **KV20**
- 5- Zásobníky pro sběrné trubky a boční díly výparníku
- 6- Vozík s letovacími klipy
- 7- Pracovní stůl na opravu poškozených lamel
- 8- Pracoviště se strojem na lisování přípojných trubek výparníku **KV30**
- 9- Místo termického odmaštění výparníků
- 10- Pracoviště pájení výparníků (Pec) **KV40**
- 11- Pájecí rámy výparníků
- 12- Vozíky letovacích rámu
- 13- Pracoviště povrchové úpravy Behroxal 2 **KV50**
- 14- Nakládací místo Beroxal 2
- 15- Manipulátor Beroxal 2
- 16- Vykládací místo Beroxal 2
- 17- Nakládací místo Behroxal 1
- 18- Pracoviště Behroxal 1 **KV50**
- 19- Vykládací místo pracoviště Behroxal 1
- 20- Operační mezisklad Behroxal 2 (buffer)
- 21- Operační mezisklad Behroxal 1 (buffer)
- 22- Pracoviště montáže expanzního ventilu **KV60**
- 23- Zásobníky s exp. ventily, o- kroužky, šrouby.
- 24- Pracoviště zkoušky těsnosti výparníků **KV70**
- 25- Pracoviště kontroly polohy expanzního ventilu **KV80**
- 26- Pracoviště expedice výparníků **KV90**



Pohyb montážního celku po lince



Zdroj: Interní materiály

**Obr.3 Schéma uspořádání montáže výparníku PSA X7 a synoptika finálního výrobku**

### Legenda k obr. 3:

<b>Ž</b> Výroba žebrování	<b>KA</b> Kazetování	<b>MO</b> Montáž	<b>LE</b> Letování	<b>HE</b> Zkouška těsnosti
Production of fin	Core building	Assembly	Brazing	Testleak

<b>BHO</b> Povrchová úprava	<b>PV</b> Kontrola polohy ventilu	<b>KK</b> Konečná kontrola	<b>EXP</b> Expedice
Surface treatment	Check valve position	Final control	Expedition

<b>KN</b> Check of setup	<b>NA</b> Purchase part	<b>VZ</b> Visual control
Kontrola nastavení	Nakupované díly	vzhledová kontrola

<b>100</b> 100% check	<b>VD</b> Made part	<b>KPK</b> Check of the first piece
100%-Zkouška	Vyrobené díly	Kontrola prvního kusu

#### 2.1.2 Rozpis jednotlivých dílů montážní jednotky a jejich označení

Krytka expanzního ventilu .....	M6269001
Typový štítek.....	A3555
O – kroužek malý .....	61282
O – kroužek velký.....	61289
Šroub s vnitřním šestihranem.....	K2359
Držící deska.....	M6270001
Expanzní ventil.....	S5374001
Velká přípojná trubka .....	M6275001
Malá přípojná trubka.....	M6274001
Coil.....	K4945
Lamela.....	E9100
Plochá trubka.....	E9325
Boční díl .....	E9982
Sběrná trubka s víčky.....	M6272002
Sběrná trubka bez víček.....	M6273002

### 2.1.3 Značení montážní jednotky po jednotlivých operacích

Polotovar po kazetování.....	M6276002
Polotovar před pecí.....	M6277002
Polotovar po peci.....	M7329002
Polotovar po Behroxalu.....	M7338002
Finální výrobek.....	4848003

### 2.1.4 Popis jednotlivých pracovišť linky pro montáž výparníku PSA X7

Na pracovišti (**KV10**) je stroj na výrobu lamel výparníku. Vstupním materiálem pro tento stroj je hliníkový pás ve formě kotouče (coilu). Hliníkový pás vstupuje do stroje přes filcové vložky z důvodu odstranění nežádoucích nečistot, dále pokračuje na přítlačné válce, které slouží zároveň jako zpětná brzda. Následuje válec tvářecí, který tvaruje hliníkový pás do požadovaného tvaru – lamely. Celý proces je automatický. Pracoviště KV10 a KV20 jsou spolu navzájem v taktu. Pracoviště KV10 je obsluhováno jedním operátorem, který doplňuje v případě potřeby hliníkový pás. Požadovaný tvar lamely je poté vstupem pro kazetování. Soustava pracoviště KV10 a KV20 tj. pracoviště kazetování a výroby lamel výparníku je označena FIN 8.



Zdroj: Interní materiály

**Obrázek 4 Stroj na výrobu lamel**

Následujícím pracovištěm je stroj na kazetování (**KV20**). Vstupem pro toto pracoviště jsou lamely vyrobené na pracovišti KV10 (lamelovací stroj), dále sběrné potrubí, ploché trubky, boční ploché díly, klipy a bočnice pro operaci pájení. Proces je na tomto pracovišti automatický, provádí se jen nastavení stroje při přestavbě na jiný typ výparníku. Mezi jednotlivé ploché trubky, které jsou podávány za sebou a ve dvou vrstvách je vkládána lamela. Jakmile se naskládá 37 plochých trubek za sebou ve 2 vrstvách, je tento celek přesunut do místa, kde se automaticky na tento celek zalisují 2 sběrné trubky. Dále následuje připojení bočních dílů a dojde k sevření tohoto celku pomocí letovacího klipu. Takto smontovaný celek opouští pracoviště (KV20).

Pracoviště obsluhují 2 operátoři, z toho jeden operátor doplňuje sběrné trubky a ploché trubky a druhý operátor odebírá již kazetovaný výparník, provede vizuální kontrolu výparníku a přenesení výparník na místo pro pracoviště lisování trubek.



Zdroj: Interní materiály

**Obr. 5 Pracoviště kazetování KV20**



Zdroj: Interní materiály

**Obr. 6 Montážní jednotka po kazetování**



Pro každý typ výparníku se používá jiný stroj na lisování přípojných trubek. Stroje jsou na kolečkách a jsou tím pádem mobilní. V případě lisování PSA X7 se jedná o pracoviště KV30. Stroj se vyzvedne ze skladu pro stroje na lisování přípojných trubek a začlení se do linky. Připojí se ke zdroji energie (230V) a je připraven k montáži.

Na pracovišti KV30 se provádí lisování přípojného potrubí. Lisují se současně 2 přípojně trubky. Toto pracoviště je pro nás důležité z hlediska této diplomové práce. Úkolem je na tomto pracovišti racionalizovat montáž přípojných trubek, stanovit nejvíce problematická místa z hlediska výskytu závad na výparníku a to v místě styku sběrné trubky a trubek přípojných. Pracoviště obsluhuje jeden člověk. Kazetovaný výparník přenese na pracoviště, usadí jej do zakladače stroje na lisování trubek a poté zalisuje přípojně trubky výparníku. Následně přenese výparník na válečkovou trať, kde jej umístí do pájecího rámu. Pájecí rámy jsou umístěny v regálech pro ně určených. Pájecí rámy si přináší pracovník obsluhující pracoviště pájení trubek. Výparník umístí do pájecího rámu, pozici přípojných trubek zajistí pomocí držáku přípojných trubek viz příloha č.20, trubky zakryje krytkou. Po zaplnění letovacího rámu se rám přesune pomocí poháněné válečkové tratě do odmašťovací komory, odkud se přesouvá na pracoviště pájení.



Zdroj: Interní materiály

**Obrázek 7,8 Pracoviště lisování trubek.**



Na pracoviště pájení (**KV40**) vjíždí pájecí rám s výparníky do pece, kde výparníky procházejí procesem pájení. Celý proces lze ještě rozdělit na dílčí procesy, a to na proces odmaštění, proces fluxování (v našem případě platí pouze pro topná tělesa), následuje proces sušení, vlastní pájení a nakonec na tomto pracovišti výparník prochází procesem chlazení.

Pájí se pomocí tavící přísady NOCOLOK(FLUX) a dodávané díly, jako jsou sběrné a ploché trubky, jsou již opatřeny pájecí přísadou ve formě nánosu tenké vrstvy prášku na povrchu dílu. Teplota pájení se během procesu musí vždy pohybovat v rozmezí teplot: 577 - 615 °C. Celý proces pájení potom trvá v našem případě v rozmezí 40-45 minut.



**Obrázek 9 Proces termického odmaštění výparníku.**

Zdroj: Interní materiály



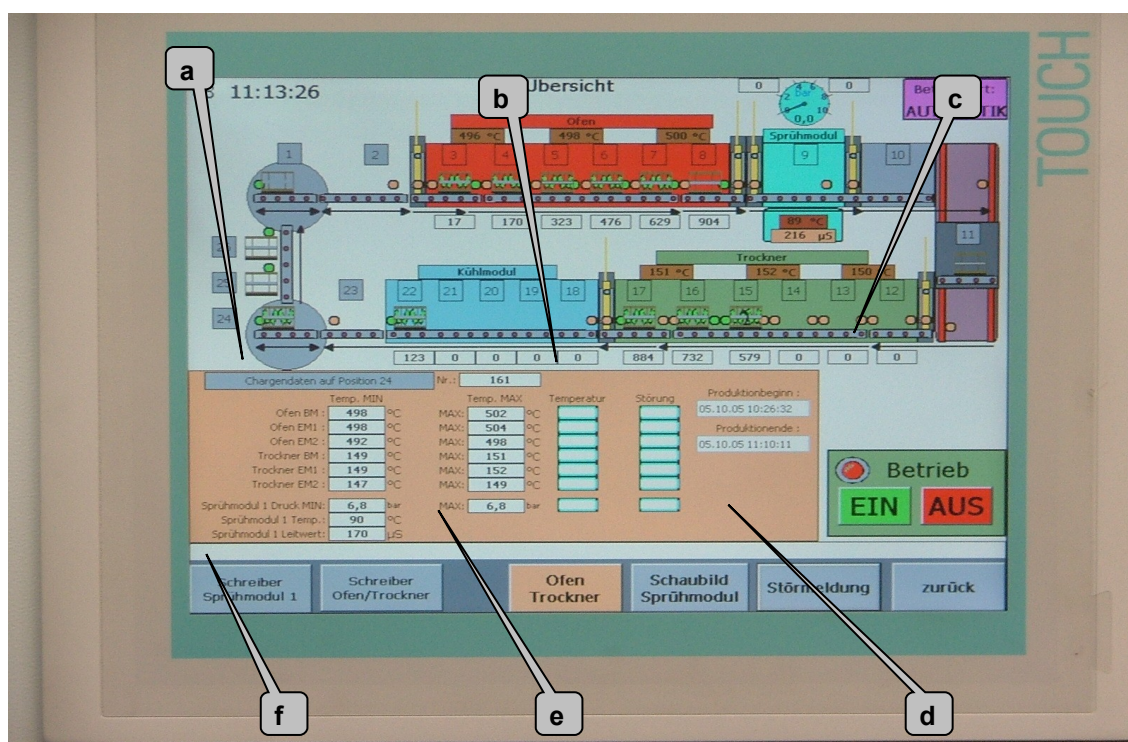
Zdroj: Interní materiály

**Obrázek 10 Pohled na pracoviště letování výparníků (Vstup do pece)**

Po procesu pájení je rám i s výparníky vysunut z pece, pracovník na tomto úseku provede optickou kontrolu pohledem. Odebírání výparníků z pece je zajišťováno 2 operátory. V případě, že výparník vykazuje zjevné vady, je odložen na místo určené ke šrotaci.

Výparníky bez zjevné vady pracovník vkládá na předem připravený manipulační vozík.

Po zaplnění vozíku převezve výparníky na pracoviště povrchové úpravy (**KV50**). Jde o pracoviště Beroxal 1 nebo Beroxal 2, dle vytíženosti jednotlivého pracoviště. Vozík je přizpůsoben pro najetí na vstup do pracoviště a výparník se z něho přeloží do koše Behroxal. Po zaplnění koše si manipulátor automaticky koš vyzvedne a přenesení je do pece v případě Behroxal 2, nebo se založí na pás s automatickým posuvem, v případě Behroxal 1. V obou případech se jedná o automatický proces, kde zasahuje operátor pouze do nastavení na ovládacím panelu v podobě změny procesních dat.

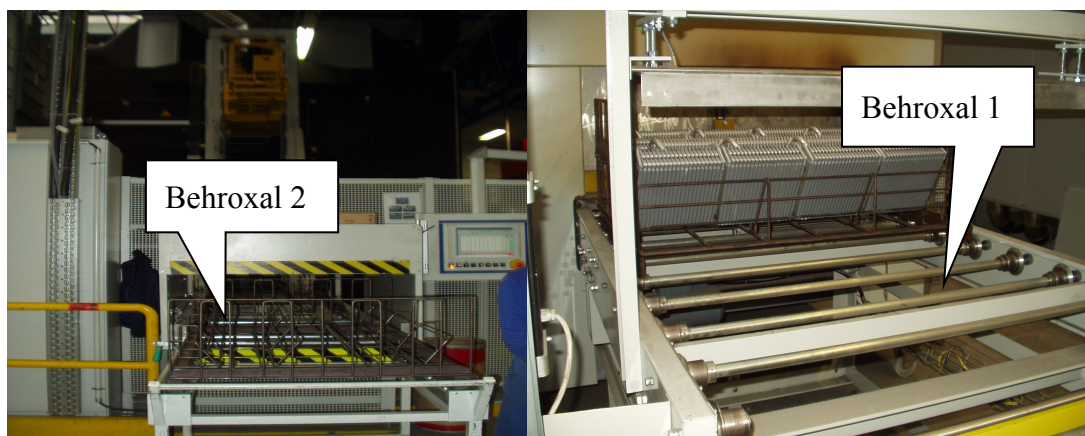


Zdroj: Interní materiály

**Obrázek 11 Schématické znázornění pracoviště Behroxal 1**

#### Legenda k obr. 11

a - nakládací místo, b - pec (500°C), c- sprcha (vodní), d - sušící pec, e - chladičí modul, f- vykládací místo

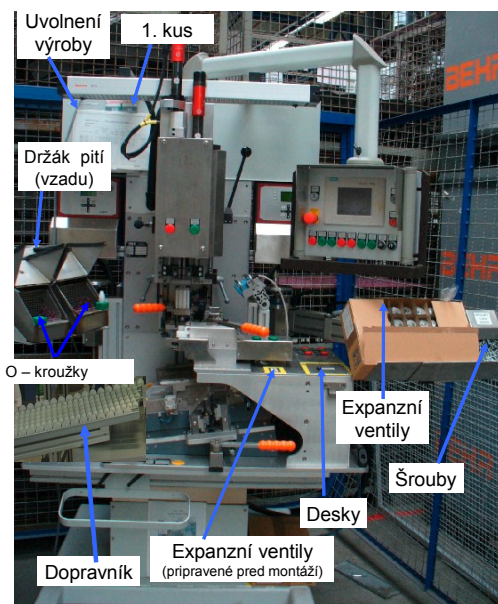


Zdroj: Interní materiály

**Obrázek 12,13 Pohled na pracoviště Behroxal – nakládací místo Behroxal 2 / Behroxal 1**

Montážní jednotka po Behroxalu se ukládá na paletové vozíky, kterými se převáží na pracoviště montáže expanzního ventilu **KV60**. Výparníky jsou takto skladovány na mezioperačním zásobníku (bufferu) a při zaplnění na min. počet 300 ks převáženy k montáži expanzního ventilu. Při navážení výparníků z meziskladu se dodržuje systém FIFO. Výparníky se z vozíku podávají jednotlivě a vždy, když jeden kus je šroubován, připraví si pracovník na pracoviště nový kus k montáži expanzního ventilu. Výparník pracovník založí do zakladače, kde je polotovar upnut včetně obou přípojných trubek. Zde je na přípojně trubky výparníku namontován (přišroubován pomocí dvou šroubů) expanzní ventil včetně O – kroužků (malého a velkého). Stejný pracovník současně zakládá výparník s expanzním ventilem do komory na zkoušku těsnosti výparníku. Poté co je namontován expanzní ventil, pracovník otevře komoru a založí výparník ke kontrole. Otevření komory se děje pomocí tlačítka a ovládá jej pracovník. Proces zkoušky těsnosti je automatický. Zkouší se vždy 2 výparníky najednou. Pokud je například jeden výparník netěsný, potom se vyjme ze zkušební komory ven a označí se jako netěsný. Za vadný kus se doplní kus nový nezkoušený a opět se zkušební cyklus opakuje. Pokud je výparník heliovou zkouškou označen jako těsný, pak si jej odebírá operátor pracoviště kontroly polohy expanzního ventilu.





**Obr. 15 Heliová komora  
a ovládací tlačítka**



Zdroj: Interní materiály

#### **Obrázek 14 Pracoviště montáže expanzního ventilu**

V případě, že výparník(y) jsou bez závad, signalizováno zeleným světlem, vyjme obsluha pracoviště kontroly polohy expanzního ventilu výparníky ven z komory. Výparník je poté označen typovým štítkem a připraven ke kontrole polohy ventilu. Jedná se vždy o tok jednoho kusu. V případě, že výparník je v pořádku, nebo v tolerančním poli daných mezí, je výparník připraven k balení a expedici. Pracoviště balení obsluhuje stejný operátor jako pracoviště kontroly polohy expanzního ventilu. Výparníky jsou vloženy do přepravního systému dle návodky balení a dále pomocí paletového vozíku k expedici ze závodu.



Zdroj: Interní materiály

#### **Obr. 16 Pracoviště kontroly polohy expanzního ventilu**

## 2.2 POPIS A URČENÍ FUNKCE PRACOVIŠTĚ PSA X7

Zařízení je určeno pro montáž – lisování trubek do výměníku PSA X7 pomocí pneumatických válců, je koncipováno jako jednoúčelový poloautomat ovládaný jedním pracovníkem a je určeno pro výrobky do hmotnosti 8 kg. Kompletní výkresová dokumentace ke stroji na lisování přípojných trubek je v přílohách 8-19.

### **Základní údaje:**

Maximální rozměry (š x h x v)	1490 x 645 x 2100
Hmotnost	cca 300 kg
Použitá média	tlakový vzduch
Přívod vzduchu	0,6MPa
Pracovní prostředí	základní
Datum výroby	9/2006
Výrobní číslo	6032

### **2.2.1 Technický popis**

Zařízení je určeno pro montáž – lisování přípojných trubek na výměník PSA X7 před pájením.

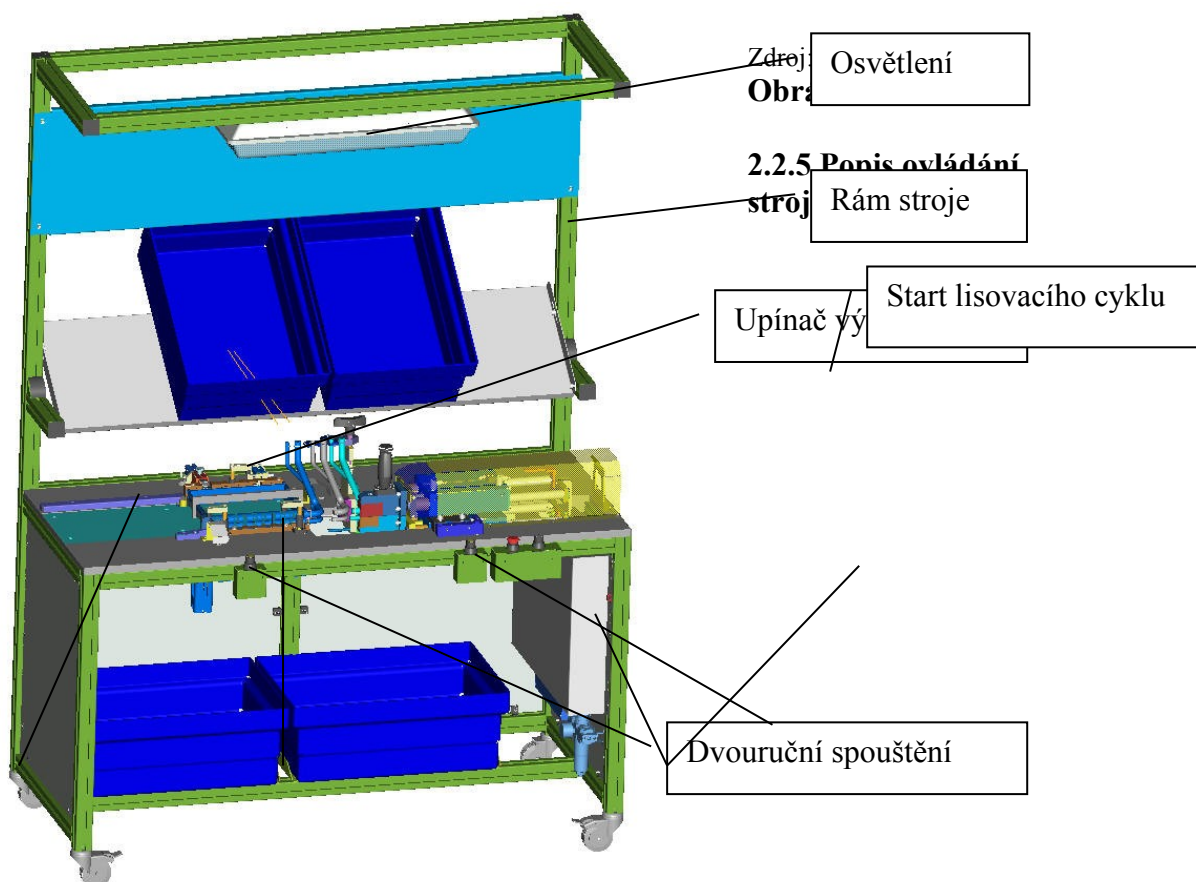
### **2.2.2 Rám**

Rám zařízení je sestaven z hliníkových profilů systému Bosch. Lisovací přípravek je připevněn na hliníkové pracovní desce.

### **2.2.3 Pneumatické prvky**

Pneumatické komponenty jsou osazeny prvky firmy FESTO. Rozvod pneumatiky (obsahující: hlavní přívod – ruční ventil, vstupní regulátor tlaku s filtrem a rozváděcí ventily s logickými prvky) je umístěn na plechu v pravé spodní části rámu

## 2.2.4 Celkový pohled na stroj a umístění základních prvků



Tlačítko reset

Tlačítko stop

Dvouruční ovládání

Zdroj: Interní materiály

## Obrázek 18, 19

## 2.2.6 Zprovoznění stroje

Zařízení ustavit do vodorovné polohy připojit na rozvod tlakového vzduchu 0,6 MPa.

### **2.2.7 Zapnutí stroje**

Obsluha zapne hlavní ruční pneumatický ventil umístěný na panelu pneumatiky.

### **2.2.8 Obnovení pracovního stavu po nouzovém vypnutí**

Obsluha se ujistí, že příčina nouzového zastavení byla odstraněna a že stroj je schopen řádně pracovat bezpečným způsobem, uvolní tlačítko nouzového zastavení.

### **2.2.9 Bodový popis činnosti obsluhy a stroje**

- Obsluha založí výměník do stroje a dotlačí jej na pravou stranu zakládacího místa – tím dojde k jeho vystředění a upnutí.
- Obsluha založí obě trubky do zakládacího přípravku a posune jej k výměníku, kde ustaví konce trubek do hrdel na výměníku.
- Obsluha uchopí rukojeť lisovací jednotky a stiskne tlačítko – lisovací jednotka najede malou rychlostí a silou k připraveným trubkám.
- Obsluha stiskne dvouruční spouštění a dojde k zalisování trubek, odjetí lisovací jednotky do základní polohy, orazítkování a odepnutí výměníku.
- Obsluha vyjme hotový komplet ze stroje.
- Nedojde-li z nějakého důvodu k dokončení cyklu, stiskne obsluha tlačítko reset a uvede stroj do výchozí polohy.

Seřízení a údržba stroje je uvedena v přílohách 22-28.

## 2.3 STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGICKÝ POSTUP

Je zde uveden pouze stručně, popisuje postupné sestavení montážního celku. Jedná se o technologický postup již vyrábějící linky. Tzn. není zde postup jednotlivých přestaveb na typ výparníku PSA X7. Nejsou zde také nutná nastavení a kalibrace na daný typ výparníku.

Kompletní technologický postup včetně balení je v návodce montáže firmy Behr Czech s.r.o a je uveden v přílohách 30-49.

### **Operace 05 (Pracoviště KV10 – lamelování stroj)**

1. Provést kontrolu nastavení stroje na daný typ výparníku.
2. Provést kontrolu stavu coilu(hliníkového svitku)
3. Chybějící hliníkový pás doplnit následujícím způsobem:
  - .Pomocí zvedáku na hliníkový pás najet pod připravenou paletu s coilu.
  - Srovnat zvedák do vhodné polohy.
  - Zachytit coil ve vodorovné poloze a zabránit poškození.
  - Uvolnit coil do svislé polohy.
  - Coil na zvedáku výškově nastavit a nasadit na držák lamelovacího stroje.
  - Dotáhnout vřeteno s coilem.
  - Vysunout zvedák z coilu
4. Konec starého a nového hliníkového pásu dát do zeleného přípravku.
5. Přestříhnout pás tak, aby vzniknul rovnoměrný řez.
6. Konec a začátek pásu přelepit páskou k tomu určenou.
7. Výčnělky přesahující šířku pásu odstříhnout.
8. Coil založit do stroje pomocí tlačítka INCH.
9. Zkontrolovat stav a čistotu tvářecích a přitlačných válců.
10. Uvést lamelovací stroj do automatického režimu poté, co byl spuštěn automatický režim stroje pro kazetování.



**Obrázek 20 Přípravek na zavedení hliníkového pásu**

Zdroj: Interní materiály



## **Operace 20(Pracoviště KV20-stroj na kazetování)**

1. Provést kontrolu nastavení pro daný typ výparníku.
2. Provést kontrolu zásobníků stroje na jednotlivé díly(sběrné a ploché trubky, boční díly, pájecí bočnice a pájecího klipu) V případě chybějícího dílu, nebo jeho nedostatečného množství, díly doplnit.
3. Poté spustit automatický režim kazetování
4. Průběžně doplňovat stav montážních dílů(sběrné trubky a ploché trubky, boční díly, klipy a bočnice).
5. Kontrolovat kazetovaný polotovár.
6. V případě poškozené lamely, lamelu opravit v přípravku na opravu lamel.



Zdroj: Interní materiály

**Obr.21 Přípravek na výměnu poškozené lamely**

## **Operace 30(Pracoviště KV30- stroj na lisování přípojných trubek výparníku)**

1. Zkontrolovat nastavení tlaku lisování pneumatického systému.
2. Vložit kazetovaný výparník do zakladače až na dorazy - výparník je automaticky ustaven pomocí upínek.
3. Nasadit malou a velkou přípojnou trubku do držáku trubek.
4. Nasadit přípojnou trubku na sběrnou trubku
5. Současně stisknout obě tlačítka a nalisovat přípojnou trubku.
6. Výparník uvolnit a založit do předem připraveného rámu na válečkové trati a označit razítkem.
7. Přípojnou trubku opatřit krytkou proti nečistotám.
8. Optická kontrola stavu výparníku z hlediska výskytu závad.

#### **Operace 40 (Pracoviště KV40-Pec)**

1. Na vstupu kontrolovat výparníky v rámech po termickém odmaštění na výskyt závad.
2. V případě spadnutí velké přípojné trubky se pokusit ji nasadit zpět.
3. Na výstupu z pece vyndat výparníky z letovacího rámu .
4. Provést kontrolu výparníků na zjevné poškození a poté uložit na vozík určený pro Beroxal.
5. Uložit letovací materiál do regálů.

#### **Operace 50(Pracoviště KV50 – Beroxal 1, Beroxal 2-povrchová úprava)**

##### **Nakládací místo:**

1. Provést optickou kontrolu výparníků před založením do koše Beroxal.
2. Založit výparníky z vozíku do sběrného koše Behroxal.
3. Výparník označit termochronickou barvou pro 100% kontrolu procesu.
4. Koš zasunout na nakládací místo.
5. Kontrola nastavení na displeji stroje.

##### **Vykládací místo:**

1. Vyložit výparníky ze sběrného koše Behroxal a provést kontrolu na poškození a kvalitu povrchové úpravy.
2. Provést kontrolu termochronické barvy, v případě že nezmizí odnést výparník na nakládací místo a proces opakovat.
3. Výparník označit modrou barvou pro 10% kontrolu.
4. Uložit výparníky na vozík určený pro dočasné skladování a vozík zavést na místo tomu určené.

Výroba výparníku po Behroxalu dočasně končí a čeká se na dostatečný počet kusů výparníků na skladě.

## **Operace 60(Pracoviště KV60-montáž expanzního ventilu)**

Jestliže je na skladě dostatečný počet cca 200 kusů výparníků (záleží na aktuálním požadavku odběratele).

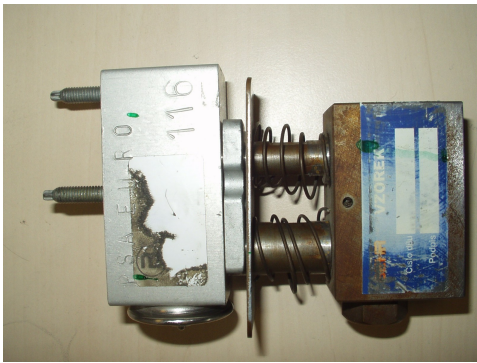
1. Přivést vozík s výparníky na pracoviště montáže expanzního ventilu.
2. provést vizuální kontrolu výparníku.
3. Nasadit O-kroužky na pomocné trny a manuálně převléct.
4. Založit výparník do zakladače a upnout.
5. Srovnat a upnout trubky.
6. Nasadit držící desku a ventil se šrouby.
7. Sešroubovat ventil.
8. Provést kontrolu sešroubování.
9. Výparník vysunout na dopravník.

## **Operace 70 (Pracoviště KV70 - zkouška netěsnosti heliem)**

1. Vizuálně kontrolovat výparník na poškození.Vadné výparníky vložit do červeného vozíku.
2. Vložit výparník do adaptéru helia a stisknout zelené tlačítko.Zavřou se bezpečnostní dveře a spustí se automaticky zkouška těsnosti.Pokud se rozsvítí zelené světlo, kontrolovaný výparník je těsný.Razítko označí kontrolovaný kus a otevřou se bezpečnostní dveře.

Při netěsném kusu postupovat takto:

3. Vyndat z adaptéru netěsný kus, označit jej N a vložit do červeného vozíku.
4. K těsnému výparníku vložit nový kus, který je připraven na zkoušku heliem a spustit zkoušku těsnosti.Při těsném výparníku se rozsvítí zelené světlo a otevřou se bezpečnostní dveře na druhé straně.



Zdroj: Interní materiály

**Obr. 22 Přípravek doplující těsný výparník**

### **Operace 80 (Pracoviště KV80- kontrola polohy expanzního ventilu)**

1. Vyndat výparník z heliové komory.
2. Na výparník nalepit typový štítek.
3. Výparník vložit do zakladače zařízení na kontrolu polohy ventilu.
4. Polohu ventilu srovnat podle červeného laseru.
5. Na ventil nasadit krytku.
6. Stisknout levé tlačítko a páku zařízení. Dochází ke kontrole ventilu.

Pokud se rozsvítí zelená kontrolka, výparník je v pořádku a dále postupovat dle balícího předpisu.

Pokud se rozsvítí kontrolka červená, postupovat následujícím způsobem:

7. Nesprávnou výšku ventilu se srovnat pomocí páky zařízení.

Pokud je vše v pořádku, výparník se automaticky uvolní:

8. Nesprávný sklon ventilu srovnat pohybem od sebe a zpět.

Pokud je vše v pořádku, výparník se automaticky uvolní:

9. Výparník dát na pracoviště balení.

Výparník vyndat z komory pro zkoušku netěsnosti a nalepit typový štítek na výrobek dle předpisu.

### **Operace 90 (Pracoviště KV90-expedice)**

1. Provést kontrolu vzhledu a úplnosti výrobku
2. Na dno Gitterboxu vložit plastovou proložku.
3. První řadu výparníků vložit s ventilem dole.
4. Vložit proložku na první vrstvu.
5. Vložit další vrstvu stejným způsobem jako u první vrstvy.
6. Vložit poslední 3. vrstvu.
7. Na poslední vrstvu vložit plastovou proložku a celý Gitterbox opatřit expedičním štítkem.
8. Gitterbox opatřit igelitovým pytlem a připravit k vývozu ze závodu.

### 3. TEORETICKÁ ČÁST

Řešení této práce vychází z osnovy zadání, použité metody a principy ve vztahu k montáži výparníku, jsou uvedeny v následujícím textu. V podniku se za účelem trvalého zlepšování montáže využívají tyto metody pro určování příčin závad:

- metoda kladení otázek „5 proč“,
- metoda diagramu rybí kosti.

#### 3.1 METODA URČENÍ PŘÍČIN „5 PROČ“

Jedná se o metodu, která se používá ve firmě ke zjišťování příčin závad při montáži výparníku. Jde o jednoduchou, ale důkladnou techniku kladení otázek při určování příčin. Metoda je založena na stupňovitém kladení otázek. Otázek je vždy 5. Začíná se otázkou proč se daný problém, chyba vyskytl?

Každá následující otázka se potom vztahuje k odpovědi pro předešlou otázku. Pomocí zpětných otázek příslušné známé příčiny je analyzováno jádro problému. Metoda je vhodná pro jednoduché, ale ne pro komplexní stanovení problému. Příklad je uveden na vadném výparníku (viz. tabulka 1)

**Tabulka 1 Metoda 5 proč**

Otázka	Odpověď
1. Proč je výparník vadný	1. Protože je výparník netěsný
2. Proč je výparník netěsný	2. Protože je vadný spoj přípojná
3. Proč je netěsný spoj přípojná trubka-sběrná trubka	3. Spoj byl vadně zalisován.
4. Proč byl spoj vadně zalisován.	4. Protože byly trubky vadně založeny v zakladačce.
5. Proč byly přípojně trubky vadně založeny.	5. Vadná koncepce zakladačky.

Zdroj: Vlastní zpracování

### 3.2 METODA DIAGRAMU RYBÍ KOSTI

Ishikawa diagram je diagram příčin a následků, jehož cílem je nalezení nejpravděpodobnější příčiny řešeného problému. Diagram popsal a zavedl Kaoru Ishikawa. Někdy je nazýván jako diagram rybí kosti (Fishbone) pro jeho vzhled.

Princip vychází ze základního zákona – **každý následek (problém) má svou příčinu nebo kombinaci příčin**. Jestliže například nejde nastartovat auto, může to mít celou řadu příčin – slabou baterii, nedostatek paliva, vadné svíčky, zkrat elektroinstalace, poškozená centrální řídicí jednotka apod. Aby se snáze našlo řešení problému, znázorňují se příčiny do diagramu.

Při tvorbě Ishikawa diagramu se využívá brainstorming, který nám pomůže vydefinovat všechny možné, i málo pravděpodobné, příčiny problému jež řešíme. Jedná se tedy o týmovou metodu.

#### 3.2.1 Brainstorming

Jedná se o vypracování nápadů(myšlenek). Skupina osob oznámí spontánně své nápady a návrhy jak je přímo napadnou.( fáze sbírání nápadů) Nápady jsou sbírány vedoucím týmu a naznačeny na tabuli, či jinak prezentovány.

Brainstorming se může provádět také ve formě kartičkových otázek. Hodnocení pak závisí na rozhodovací matici nebo bodových dotazů v souvislosti s nalezením myšlenek.

Příklad možných příčin deformování sběrné trubky.

1. Trubka není rozměrově správná
2. Znečištěný lisovník
3. Špatné složení fluxující přísady
4. Kolize sběrné a přípojně trubky
5. Silné otřepy trubky
6. Nastavení stroje
7. Špatné lisování
8. Lisovník je poškozen

### 3.2.2 Popis tvorby Ishikawa diagramu

Na začátku známe jen následek, který již vznikl nebo máme potenciální a chceme mu předejít. Připravte si velký formát papíru na který budete Ishikawa diagram kreslit. Vhodné je využít více barev pro jednotlivé oblasti nebo pro označení příčin, které budeme považovat za nejpravděpodobnější. Dále je postup následovný.

1. sestavit tým pracovníků, kteří mají s problémem co do činění,
2. nakreslit na papír obdélník do kterého vepíšete problém, jež řešíte. Od něj nakreslete vodorovnou čáru, tedy páteř ryby,
3. k páteři připojit větve (kosti) a k nim obecné oblasti, kde se hledané příčiny mohou nacházet:
  - materiál
  - procesy
  - metody
  - technologie
  - stroje
  - lidé
  - prostředí
4. definovat např. brainstormingem potenciální příčiny a připojit je k jednotlivým kostem, tedy obecným oblastem,
5. až jsou vyčerpány všechny možnosti a nápady, necháme ohodnotit každého člena týmu příčiny váhovým koeficientem,
6. analyzovat příčiny, které získaly největší váhové koeficienty,
7. doplnit k analyzovaným příčinám data z reportingu nebo dash boardu (jsou-li k dispozici),
8. využít Paretovy analýzy k určení, které příčiny budete řešit jako první,
9. definovat jasné úkoly k odstranění příčin,
10. sledovat, zda se již problém nevyskytuje. Pokud ne, objevili jsme skutečnou příčinu. Pokud ano, je nutné hledat nové příčiny, hledejte vazby mezi jednotlivými příčinami apod. Také je možné definovat sub-příčiny tzn. rozebrat jednotlivé definované příčiny a hledat příčiny, jejich vzniku. Nedostatečné zapájení výparníku může být způsobeno nedostatečným množstvím luxující přísady na jednotlivých dílech. Je nutné mít na paměti, že není vhodné vytvářet mnoho úrovní sub-příčin.



### 3.3 ZÁSOBOVACÍ SYSTÉM KANBAN

Z důvodu experimentálních zjištění, které mě v práci napadaly, jsem se nakonec rozhodl do práce zařadit i kapitolu o systému zásobování KANBAN, který je v podniku zaveden. Chtěl bych pouze naznačit úlohu KANBANU v podniku a vyzdvihnout jeho nesporné výhody.

Při hledání příčin vzniku závad jsem zvažoval i možnost souvislosti balení do kanbanových zásobníků s možností vzniku závad při pájení výparníků. Celý problém se týkal zásobníků s fluxovanými díly již od výrobce, které se za určitých podmínek v balení mohou částečně znehodnotit. Celý problém je vysvětlen v kapitole 4.

V globálním tržním prostředí se efektivní výroba stává rozhodujícím konkurenčním prvkem. Musí mít vytvořeny odpovídající podmínky, mezi které patří i vhodný manažerský systém, který potřebuje pro správné rozhodování rychlé a relevantní informace. Tady hlavní úlohu sehrávají hlavně systémy řízení. Pro výrobní organizace poskytují rozhodující informace především systémy řízení výroby, na které je kladeno množství požadavků:

- rychlá dostupnost řídicích informací
- udržování nízkých zásob ve výrobním systému
- vysoká pružnost a produktivita
- krátké průběžné doby

Pružné systémy dílenského řízení jsou základem efektivní výroby, schopné rychle reagovat na reálné požadavky zákazníků. Jedním z řešení, které prezentuje pružný systém dílenského řízení, je i systém řízení KANBAN, vyvinutý ve firmě TOYOTA.

Tento systém využívá při řízení produkce princip výroby na výzvu, někdy také nazývaný jako tahový systém řízení. Vyrábí se jen to, co skutečně požaduje zákazník, v množství a v čase, ve kterém je výrobek požadován.

U každého systému řízení výroby je třeba znát výhody jeho používání. Systém KANBAN je charakteristický tím, že jeho implementací se v první etapě dosahují

hlavně nepřímé přínosy, které ale v konečném důsledku výrazně přispívají k získání přímých přínosů ve výrobě. Výška nákladů na jeho zavedení v porovnání s jinými systémy dílenského řízení je zanedbatelná.

### **Důvody pro zavedení systému řízení KANBAN**

Zavedením systému řízení KANBAN dochází ke snižování velikosti výrobních dávek, čímž je možná pružnější reakce na potřeby zákazníka. Menší výrobní dávka znamená méně dílů v oběhu, to snižuje požadavky na prostor a snižuje ztráty u nekvalitní výroby. Nižší požadavky na prostor a nižší ztráty z nekvalitní výroby znamenají úsporu financí. Systém řízení KANBAN dále způsobuje posun od „tlačného“ k „tahovému“ materiálovému toku – vyrábí se jen když existuje objednávka. Systém KANBAN napomáhá k výrobě JIT (Just in Time) - výroba právě v čase, kdy je to třeba.

### **Shrnutí:**

Metoda KANBAN je založena na principech:

**Tahu** : následný děj (např. spotřeba polotovaru) řídí děj předchozí (např. výrobu polotovaru).

**Samoregulace** : řízení výroby obsahuje zpětnou vazbu.

**Jednoduchosti**: řízení se provádí na základě jednoduchých pravidel (standardů činnosti) jednoduchými, většinou mechanickými prostředky (např. kartami).

**Vizualizace** : metoda je založena na zrakovém vnímání zvýrazněných informací.

### **Výsledek zavedení Kanbanu:**

Jednoduchý, pružný levný, jemně regulující systém dílenského řízení a logistiky, který dobře doplňuje stávající řídicí systém.

#### **3.3.1 Zásobovací systém kanban v Behr Czech s.r.o.**

V podniku Behr Czech s.r.o je systém KANBAN zaveden 9 let. V našem případě u stávajícího uspořádání výrobní linky není tento systém zaveden úplně, proto nelze výhody KANBANU plně využít.

### **3.3.2 Pracoviště zásobovaná KANBANEM**

**Pracoviště kazetování (KV20) je zásobeno KANBANOVÝMI zásobníky s těmito díly:**

- sběrné potrubí s víčkem,
- sběrné trubky bez víčka,
- boční díl plochý,
- ploché trubky

**Pracoviště lisování přípojných trubek výparníku (KV30) je zásobeno :**

- velkými přípojnými trubkami,
- malými přípojnými trubkami

**Pracoviště montáže expanzního ventilu KV60 je zásobeno**

- expanzními ventily,
- o- kroužky,
- šrouby expanzního ventilu.

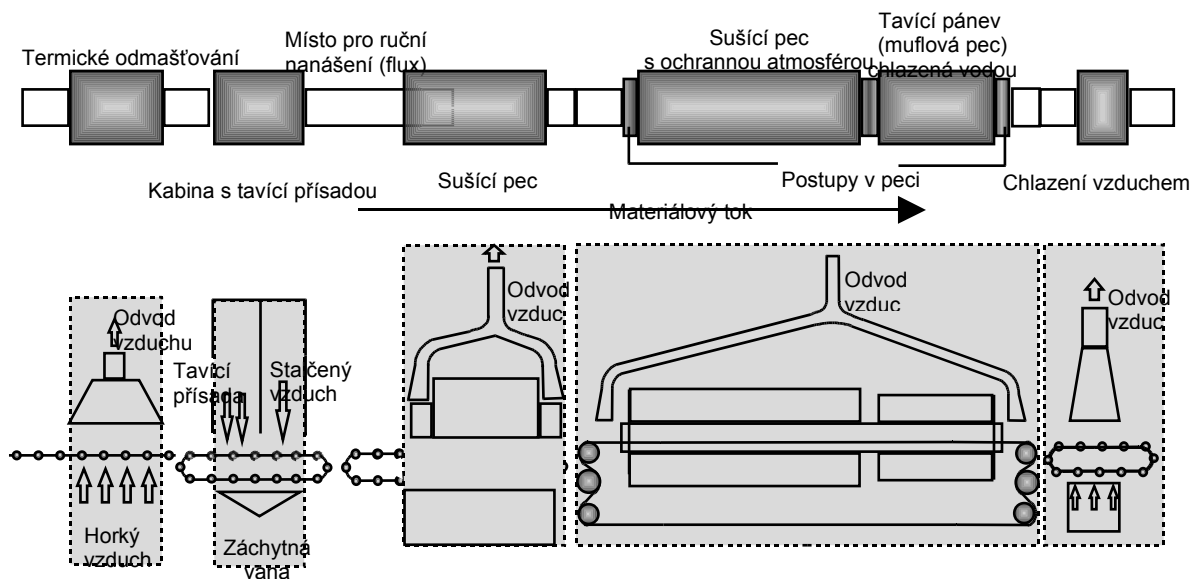
### **3.3.3 Pracoviště zásobované jiným způsobem než- li kanbanem:**

Jedná se o pracoviště lamelování, kde se doplňuje hliníkový pás ve formě coilu. Část linky bez zavedeného systému KANBAN, z pohledu objemu zásob, není zanedbatelná. Po úplném zavedení tohoto systému odpadne obsluze starost o zásobování součástí a přejde na logistika. Stávající podoba používání systému KANBAN - Používají se standardní ukládací bedny nebo standardní velikost dávek, každá s vlastní kartou. Je to tažný systém ("pull"), ve kterém si výrobní pracoviště prostřednictvím karty "objednávají" součástky ze skladu. Tato metoda je vhodná pro trvalou hromadnou nebo středně sériovou výrobu při vysoké stálosti poptávky a při omezeném sortimentu. Nevyrábí se na sklad; pracoviště smí vyrábět pouze tehdy, dostane-li od následujícího pracoviště "objednávku" ve formě karty.

### 3.4 PÁJECÍ ZAŘÍZENÍ FIRMY BEHR NOCOLOK

Tuto kapitolu jsem se rozhodl do diplomové práce zařadit z důvodu, že systém pájení výparníků není tak často používaný. Všeobecný význam slova NOCOLOK je ze slovního spojení Non corrosive lock- nekorodující spoj.

#### 3.4.1 Schematické znázornění pájecího zařízení NOCOLOK



Zdroj: Interní materiály

**Obrázek 23**

Celý proces pájení se skládá z 5 dílčích procesů :

- termického odmaštění výparníku
- nanášení taveniny(fluxování)
- sušení
- vlastní pájení
- chlazení výparníku

V podniku Behr Czech s.r.o. se týká kompletní tento proces jen montáže topných těles.U výparníků odpadá proces fluxování, jelikož dodávané díly od výrobce jsou již fluxované.

### 3.4.2 Popis procesu odmaštění

Špatně odmaštěné případně neodmaštěné součásti způsobují podle stupně znečištění:

- znečištění tavící přísady,
- znečištění sušícího zařízení olejem,
- organické zbytky v pájecí peci,
- vyšší spotřebu tavící přísady.
- horší kvalitu pájení

Používají se 3 základní druhy odmaštění:

- vodnaté alkalické odmaštění
- odmaštění rozpouštědly
- termické odmaštění.

V našem případě se používá odmaštění termické.

### 3.4.3 Proces nanášení taveniny (fluxování)

V podniku je využit systém nanášení taveniny rozstříkáváním. Při nanášení taveniny rozstříkáváním se suspenze tavící přísady nanáší na pájecí materiál přes trysky. Nanášení rozstříkáváním je způsob nanášení (fluxování) za mokra. Tzn. součásti se musí před pájením osušit. Mimo tento způsob je možné využít ještě způsoby následující:

- ponorné nanášení,
- nanášení Paintflux,
- vnitřní nanášení,
- elektrostatické nanášení,
- ruční nanášení.

### 3.4.3.1 Fyzikální vlastnosti – specifikace fluxující přísady

#### Fyzikální vlastnosti

Vzhled	bílý prášek
Hustota (20°C)	2,8 g/cm <sup>3</sup>
Hustota posypu	350 - 550 g/l
Bod tání	565 - 572 °C
Rozpustnost ve vodě (20°C)	4,5 g/

#### Specifikace

K	28 - 31 %
A	16 - 18 %
F	39 - 53 %
Fe	max. 0,03 %
Ca	max. 0,2 %
H <sub>2</sub> O (550°C)	max. 2,0 %

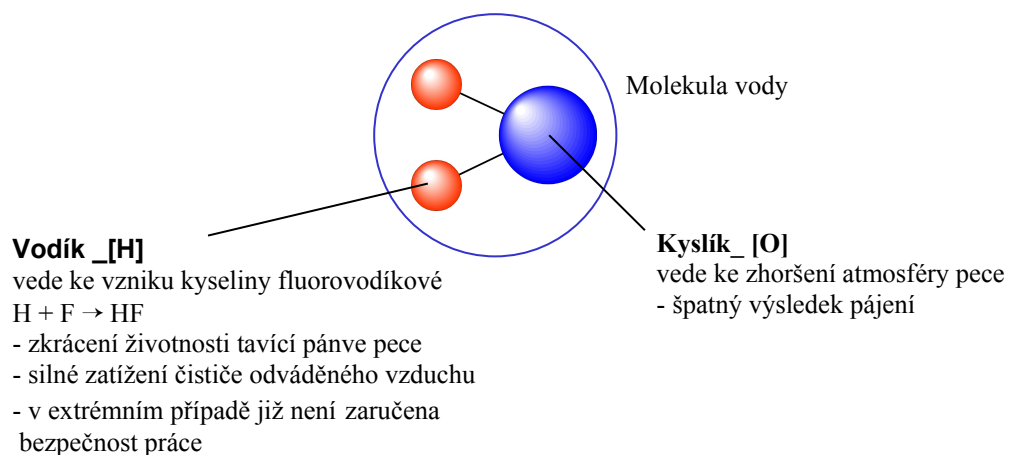


Zdroj: Interní materiály

**Obrázek 24 NOCOLOK - flux**

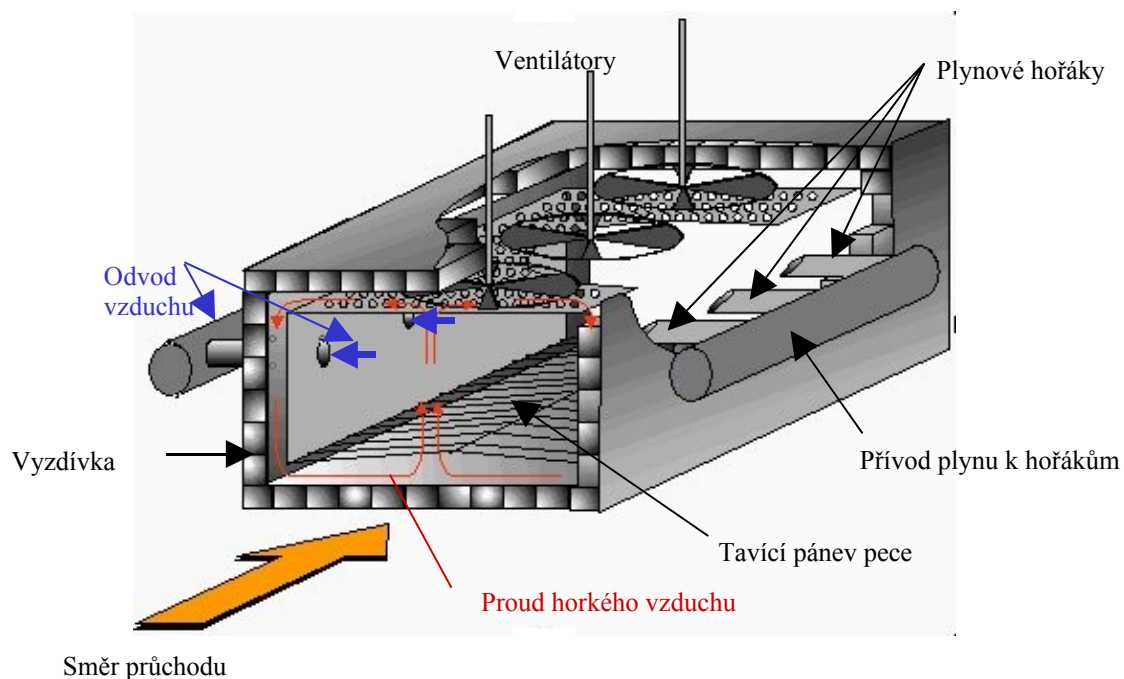
#### 3.4.4 Fáze sušení

Dostatečné sušení součástí před pájením je nutné za účelem zabezpečení požadované atmosféry pájení. Špatné sušení součástí kromě toho vede k zesílené tvorbě kyseliny (HF) při procesu pájení a životnost tavící pánve pece se tak zkracuje.



Zdroj: Interní materiály

**Obrázek 25 Zjednodušené znázornění působení molekuly vody zanesené do pece**



Zdroj: Interní materiály

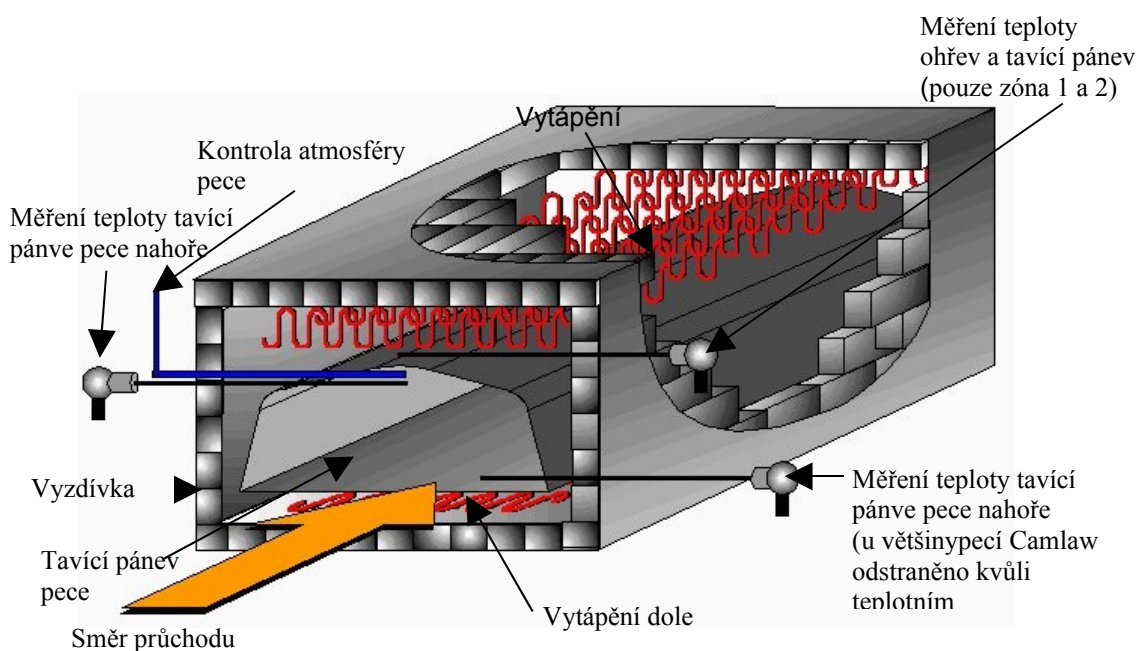
**Obrázek 26 Průchozí sušící pec firmy Camlaw (schématické znázornění)**

Během procesu sušení se provádí kontrola kvality celého procesu sušení, a to na základě měření úbytku hmotnosti dílu. Po ukončení sušení se montážní jednotka přesune v peci do místa pro pájení. Proces pájení je vysvětlen v následující kapitole.

### 3.4.5 Fáze pájení

Zóna pece pro pájení se skládá z tavicí pánve, vyzdívky, čidel pro měření teploty a pro kontrolu vnitřní atmosféry.

#### Pájení Pájecí pec - zóna ohřevu elektricky vytápěná (firma Camlaw)



Zdroj: Interní materiály

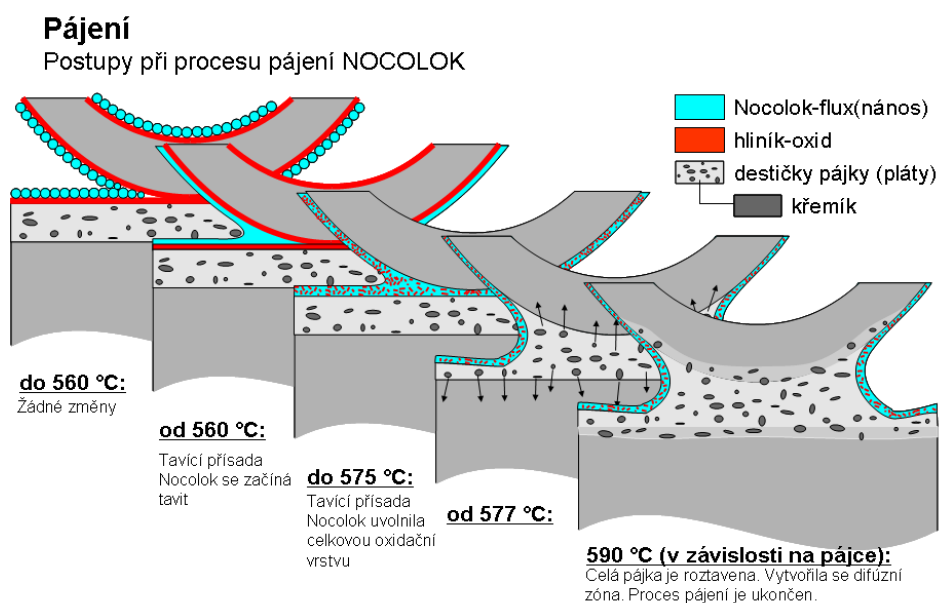
**Obrázek 26 Pájecí pec – zóna ohřevu elektricky vytápěná ( firma Camlaw)**



**Tabulka 2 Přehled teplot pájení a pobyt výparníku v tavící pánvi**

Teplota pájení [°C]	Čas pájení > 577 °C [min]
585	2,0 – 7,0
590	2,0 - -6,5
595	2,0 – 6,0
600	2,0 - -5,5
605	2,0 – 5,0

Zdroj: Interní materiály



Zdroj: Interní materiály

**Obrázek 27 Pájení**

## 4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 4.1 VŠEOBECNĚ O ZÁVADÁCH PŘI MONTÁŽI VÝPARNÍKŮ

V rámci tématu práce, budu popisovat jednotlivé závady na všech pracovištích montáže výparníku. Z hlediska zájmu závodu a bližšího zaměření diplomové práce se budu zabývat především vznikem závad na pracovišti KV30, kde dochází ke vzniku závad, které svým množstvím a tím i následnou finanční náročností výroby tohoto typu výparníku jsou pro podnik nepříznivé.

Během montážního procesu a průchodem jednotlivými pracovišti vznikají na výparníku zjevné a skryté závady. Zjevné závady jsou eliminovány vzhledovou kontrolou na jednotlivých pracovištích a to buď opravou, v případě její možnosti, a nebo odložením výparníku do šrotu. Skryté závady jsou zjistitelné až např. zkouškou těsnosti a výparník absolvuje téměř celý proces montáže. Takto vadný výparník je nutné odložit do šrotu, jelikož je již zapájen a nelze ho již opravit.

V zásadě se potom rozlišují vady na **opravitelné** a **neopravitelné**. Opravitelné vady je možné během montáže opravit, výparník dát znovu do procesu montáže z pracoviště, na kterém byla závada zjištěna. Neopravitelné jsou takové vady, kdy není již možné uvést výparník do bezvadného stavu.

Další dělení vad je na :

- vady zjištěné před zkouškou heliem,
- vady detekované po zkoušce heliem.

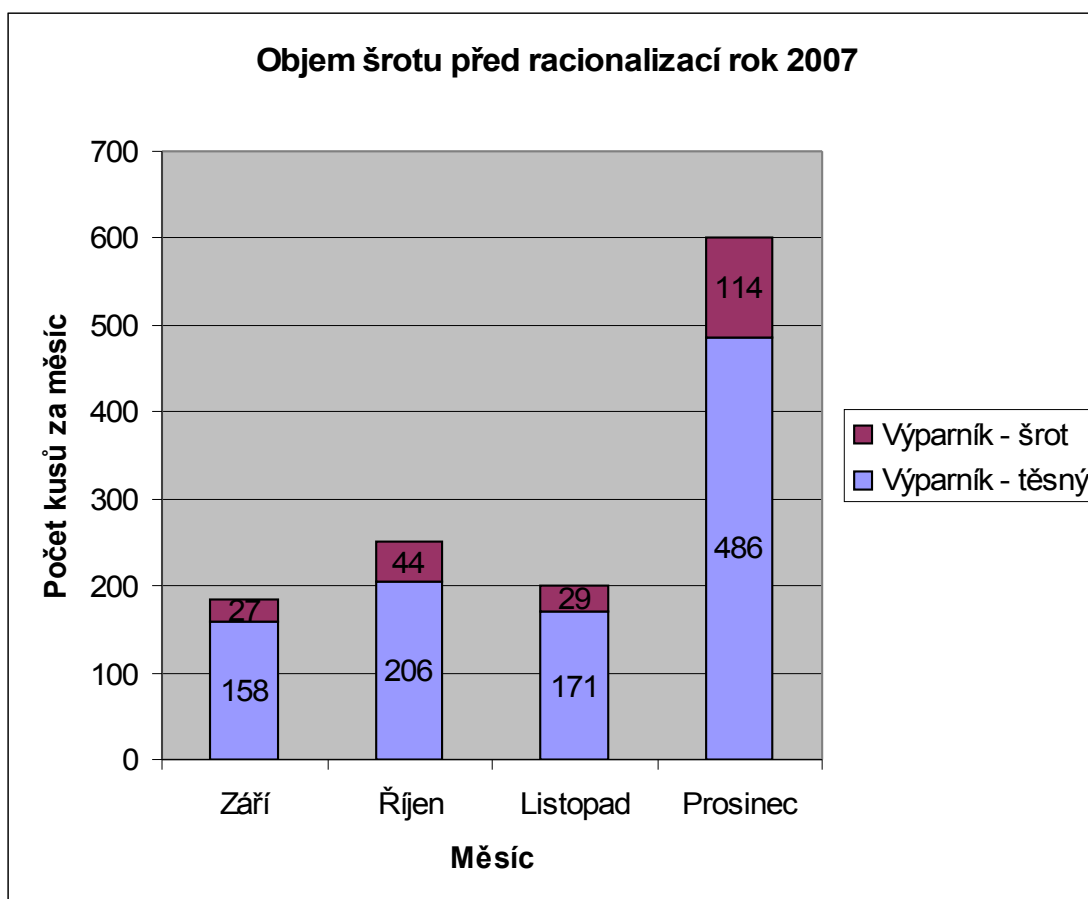
### 4.2 VYTIPOVÁNÍ PROBLEMATICKÝCH MÍST Z HLEDISKA VZNIKU ZÁVAD NA VÝPARNÍKU PSA X7 BĚHEM MONTÁŽNÍCH PRACÍ

Vytipování jednotlivých vad při montáži probíhalo zejména kontrolou stavu výparníku po jednotlivých montážních operacích. Dílčí poznatky jsem nejdříve shromažďoval pro jednotlivá pracoviště a nejvíce jsem se zaměřil na pracoviště lisování

přípojných trubek výparníku. Tím jsem zohlednil četnost výskytu příčin na tomto pracovišti. Na základě těchto poznatků pak jsou v projektové části provedena měření, která jsou hlavním podkladem pro navrhovaná opatření k racionalizaci pracoviště lisování přípojných trubek.

#### 4.2.1 Grafický přehled objemu šrotu výparníku PSA X7 před vlastní racionalizací

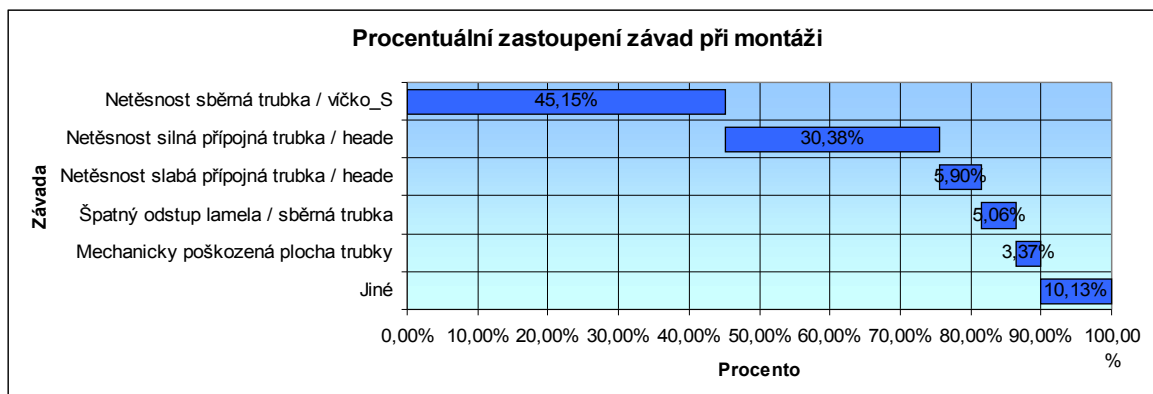
Rok 2007 byl rokem náběhu tohoto typu výparníku. Vyrábělo se v týdenním časovém horizontu na základě požadavku od zákazníka. Za období září – prosinec 2007 se vyrobilo 1235 kusů výparníků, z toho 214 kusů připadlo na šrot. Tedy objem šrotu představoval 17,1%. U ostatních typů výparníků, již zaběhnutých, racionalizovaných, se tento podíl pohybuje do 5%.



Zdroj: Vlastní zpracování

**Graf 1** Objem šrotu před racionalizací rok 2007

#### 4.2.2 Souhrnné procentuální zastoupení závad před racionalizací



Zdroj: Vlastní zpracování

**Graf 2 Procentuální zastoupení závad při montáži výparníku PSA X7**

Z grafu 2 je patrné, že největší zastoupení závad vzniká na pracovišti, kde dochází ke kontaktu sběrná trubka/ přípojná trubka. Pro úplnost je popis doplněn o analýzu vzniku závad na všech pracovištích.

#### 4.3 POPIS ZÁVAD NA JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠTÍCH

##### 4.3.1 Pracoviště lamelování (KV10)

Problematickým úsekem této operace je úsek stroje, kde dochází k tvarování lamely daného typu. Pokud je zjištěna závada při výrobě žebrování na tomto stroji, je nutné stroj zastavit a zjistit příčinu výroby vadného žebrování. V případě že je stroj nastaven synchronně se strojem kazetování výparníku (KV 20), tj. operace lamelování probíhá synchronizovaně s operací kazetování, pak lze problematickou lamelu odstranit až po výstupu z pracoviště pro kazetování (KV 20). To je nevýhodné, jelikož vadné lamely jsou již kazetované, tj. založené mezi plochými trubkami a zalisované do sběrného potrubí. Výparník je nutné odložit do šrotu. Příčinou výroby vadného žebrování je nejčastěji nesprávné nastavení tvarovacích válců, jejich znečištění.

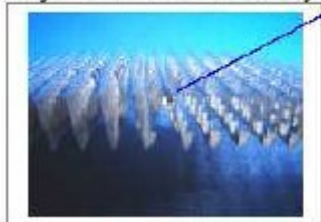
Žebrování nesmí být vylámané



Žebra nesmí být nesymetrická



Kraj žebrování nesmí být promacklý.



Proseknutí žáber nesmí být nesymetrické



Zdroj. Interní materiály, vlastní zpracování

**Obr.28,29,30,31 Příklady optických vad při výrobě žebrování**

**Tabulka 3 Vady a jejich příčiny na pracovišti lamelování**

Příčina	Vada	Následek
Nečistoty na tvářecích válcích. Nesprávné nastavení stroje.	Vadné žebrování.	Nevyhovující stav lamely z hlediska délky, kvality, poškození lamely.

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.3.2 Pracoviště kazetování (KV20)

Vstupem pro toto pracoviště jsou:

- sběrné trubky
- ploché trubky
- boční díly výparníku
- vyrobené lamely (lamelové pásy o délce 193mm)
- pájecí materiál - klipy a pájecí bočnice

Problematickým místem z hlediska montáže je zapadnutí 2 lamel najednou do prostoru mezi 2 ploché trubky. Příčinou je např. znečištění tvářecích válců nebo špatná

synchronizace stroje na výrobu lamel se strojem pro kazetování výparníku. Většinou se tak stane u lamely, která je poslední nebo první na boku tělesa výparníku. Vlivem přilepení 2 kusů bočních dílů může docházet ke vzniku dvojitého bočního dílu. Obě závady lze odstranit pomocí přípravku na výměnu poškozené lamely.

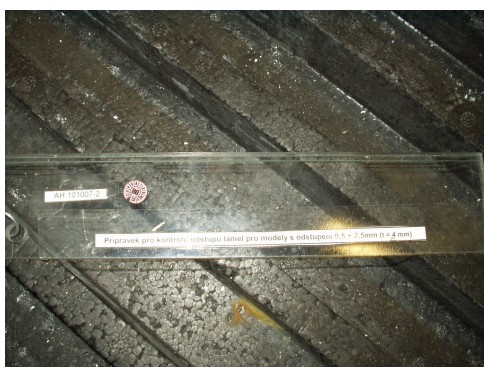
Jestliže jsou rozměrově nepřesné ploché trubky, dochází při kazetování k jejich neúplnému zalisování do sběrného potrubí.



Zdroj: Vlastní zpracování

### **Obr.32.Špatně zalisované ploché trubky**

Dalším problémem je mechanické poškození jednotlivých lamel a jejich boční odstup od sběrné trubky. Problémem plochých trubek je jejich nedostatečné zalisování do sběrné trubky. Boční odstup od sběrného potrubí nebo samotné poškození ploché trubky se provádí namátkovou kontrolou.



Zdroj: Vlastní zpracování

### **Obr.33 Přípravek na měření bočního odstupu lamely od sběrné trubky**



### **Obr.34 Přípravek na výměnu poškozené lamely po kazetování**

**Tabulka 4 Vady a jejich příčiny na pracovišti kazetování**

Příčina	Vada	Následek
Nesprávná synchronizace FIN 8	Dvojitá lamela	Výparník s dvojitou lamelou
Rozměrově nesprávné ploché trubky.	Nesprávně zalisované ploché trubky.	Špatně kazetovaný výparník.
Přilepení 2 kusů k sebe při podávání bočního dílu.	Dvojitý boční díl.	Výparník s dvojitým bočním dílem.
Nesprávné nastavení při kazetování.	Posunutý boční díl.	Boční díl výparníku mimo pozici v podélném směru.
Manipulace s výparníkem	Poškozená lamela, plochá trubka, sběrná trubka.	Poškozený výparník, pokud nelze opravit – šrot.

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.3.3 Pracoviště lisování přípojných trubek výparníku PSA X7(KV30)

Úkolem diplomové práce je zaměřit se především na toto pracoviště z hlediska vzniku závad, jejich příčin a návrhem opatření, která povedou k odstranění těchto závad.

Na toto pracoviště vstupuje polotovár výparníku ve stavu, kdy:

- jsou zalisovány ploché trubky do trubek sběrných.
- výparník je stažen letovacím klipem
- je provedena vzhledová kontrola na poškození lamel výparníku a kontrola bočního odstupu lamel od sběrné trubky.

##### 4.3.3.1 Lisování trubek výparníku

Výparník se zakládá do zakladače stroje, kde je upnut pomocí upínek-ty jej drží upnutý a připravený pro lisování trubek. Důležitým faktorem pro toto pracoviště je kvalita a přesnost dodávaných dílů. Jedná se o dodržování tolerančního pole průměru malé a velké přípojných trubky.

#### 4.3.3.2 Toleranční pole dodávaných dílů

V našem případě jde o to, že při lisování může dojít k setkání 2 průměrů na opačné straně tolerančního pole udávaného výrobcem těchto dílů. V horším případě dojde k vybočení rozměru mimo toleranční pole na jednu i druhou stranu. Pokud tedy dojde k setkání např. velké přípojné trubky s vnitřním průměrem na spodní hranici tolerančního pole a víčka sběrné trubky s průměrem na horní hranici tolerančního pole, dochází pak zákonitě k působení většího tlaku na víčko sběrné trubky a k uvolnění víčka ve sběrné trubce.

#### 4.3.3.3 Mechanické nastavení přípojných trubek v zakladačce pracoviště KV30

Dalším možným místem vzniku závad je mechanické ustavení přípojných trubek před samotným lisováním. Přípojné trubky se ustavují v držáku trubek, který fixuje hrdla obou přípojných trubek. Vedení přípojných trubek je potom zajištěno v zakladačce. Nejprve se vkládá do zakladačky malá přípojná trubka a poté trubka velká. Malá přípojná trubka se lisuje na vnitřní průměr víčka sběrné trubky, velká přípojná trubka se lisuje na vnější průměr víčka sběrné trubky.

Zakladačka je znázorněna ve výkresové dokumentaci pracoviště PSA X7. Viz příloha 12. Zakladačka je navržena s vnitřní rozměrovou vůlí přibližně 3mm, pro lepší zakládání trubek. Při samotném lisování pak vzniká problém především u velké přípojné trubky. Velká přípojná trubka má na rozdíl od malé přípojné trubky menší vzdálenost kolen mezi sebou a mezi koleny vzniká již od dodavatele k částečné deplanaci průřezu. Výsledný tvar je pak následující.

Velká i malá přípojná trubka se přitom opírá při lisování v zakladačce o naprosto rovnou plochu. Chování trubek je následující. Malá přípojná trubka je v zakladačce opřena rovnou plochou a její výsledný pohyb při lisování se nemění. Trubka lidově „neutíká“. Naproti tomu u velké přípojné trubky je situace odlišná. Z důvodu již zmiňované změny průřezu a založení v zakladačce se velká trubka páčí přes vzniklou „bouli“ a její zalisování není přesné. Následkem toho dochází ke spadnutí velké přípojné trubky z víčka sběrné trubky během dalšího procesu.



#### 4.3.3.4 Nastavení tlaku při lisování

Dalším kritériem bezvadného zalisování přípojných trubek je nastavení správného tlaku pneumatického rozvodu samotného pracoviště. Nastavením tlaku regulují lisovací sílu. Příliš velká lisovací síla potom vede k nevratnému poškození víčka sběrné trubky a polotovár je nutné dát sešrotovat.

#### 4.3.3.5 Ukládání výparníku po lisování do letovacích rámu

Poté co jsou do výparníku zalisovány přípojně trubky, je výparník založen do letovacího rámu. Letovací rám je navržen s vůlí pro snadnější vkládání výparníku. Výparník je v rámu fixován na 2 místech. V místě hrdel přípojných trubek je výparník držen držákem přípojných trubek, v místě mezi koleny je fixován proti posunutí. Přípojně trubky jsou zakryty víčkem.



Zdroj: Vlastní zpracování

#### **Obrázek 35 Uložení přípojných trubek v pájecím rámu**

Při ukládání do pájecího rámu vznikají závady jednak lidským faktorem, kdy je výparník do letovacího rámu vložen nevhodným způsobem a dojde například k poškození lamel výparníku nebo dojde k poškození sběrné trubky. Dalším nepříjemným jevem je, že vlivem vlastní tíže krytky přípojných trubek dochází k uvolnění víčka ve sběrné trubce výparníku. Krytky v tomto případě působí svou hmotností jako páka a následkem toho dochází ke vzniku velkých mezer mezi víčkem ve sběrné trubce a nedojde tak k bezvadnému zapájení takto uvolněného víčka. Interakce krytky a držáku je v příloze 50.

Pokud jsou přípojn  trubky zalisovány, výparník je vyjmut. Při vyjímání výparníku hrozí nebezpe  i kontaktu připojných trubek se zakladačkou a n sledn m spadnutím p  ipojn  trubky. Pokud nedojde ke spadnutí m  e dojít k   aste n mu uvolnění spolu s v  kem.

Výparníky se po lisování zakládají do pájecího rámu. Do jednoho rámu se zakládá 9 výparníků. Výparník je v rámu fixován v místě sb rn  trubky, v místě přechodu kolen sběrných trubek a držákem hrdel připojných trubek. Dalším mo n m vznikem problémů je samotn  založení a kontakt s pájecím r  mem v místě uložení kolen připojných trubek. Problém nastává i v místě uložení hrdel připojných trubek a zakrytí trubek v  kem proti nečistotám p  i pájení.

V  ko zde působí na p  ipojn  trubky jako p  ka a vede to pak buď' ke spadnutí v nejv      m  re velk  p  ipojn  trubky, a nebo k uvolnění v  ka ve sb rn  trubce.

Roz le uj c i příčiny a závady a jejich následky na pracovišti lisování připojných trubek KV30 jsou uvedeny v tabulce 5. Jednotliv  příčiny na pracovišti nemusí být z konit  rozpoznaný na tomto pracovišti, jejich následek se projeví např. až po operaci pájení a to způsobem, že výparník není kvalitn  zapájen v místě v  ka sb rn  trubky a nebo ve spoji s p  ipojnou trubkou.

**Tabulka 5 Vady a jejich příčiny na pracovišti lisování přípojných trubek**

Příčina	Číslo vady	Vada	Následek
Rozměrová kombinace víčko-velká přípojná trubka. Obě na opačných stranách tolerančního pole.	1	Spadlý díl	Spadlá velká přípojná trubka
Velká vůle víčka ve sběrné trubce.	2	Netěsnost	Netěsnost víčka sběrné trubky v místě sběrné trubky. (projeví se po letování)
Příliš velký tlak při lisování přípojných trubek	3	Zborcení víčka sběrné trubky	Netěsnost po pájení
Nevhodně nastavena velká přípojná trubka v zakladačce.	4	Nevhodně nalisována velká přípojná trubka.	Netěsnost po pájení. Spadlá velká přípojná trubka.
Přípojně trubky částečně nesoucí krytku pro pájení a následné vykroucení víčka sběrné trubky.	5	Spadlá trubka, netěsnost.	Spadlá velká přípojná trubka po průchodu odmaštěním. Popřípadě netěsný spoj přípojná trubka/ sběrná trubka.

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.3.3.6 Přesunutí výparníku na válečkovou trať

Při přesouvání letovacího rámu a při samotném pohybu rámu s výparníky po válečkové trati dochází k poměrně značným vibracím, následkem těchto vibrací dochází

k častému uvolnění, ve většině případů, velké přípojné trubky z víčka a nebo k postupnému uvolnění víčka ve sběrné trubce.

#### 4.3.3.7 Válečková trať a termické odmaštění

Proces termického odmaštění výparníku je dalším zdrojem z hlediska výskytu závad. Zde dochází k tepelným změnám jak v pájecím rámu, tak i v materiálu výparníku a přípojných trubek. Tyto změny mají za následek spadnutí přípojné trubky z víčka sběrné trubky výparníku. Problém se vyskytuje především u velké přípojné trubky. Z hlediska termického odmaštění a tak i vystavení výparníku tepelným změnám, nelze tento proces jakkoliv měnit.

#### 4.3.4. Pec a pájecí proces

Výparníky uložené v pájecích rámech postupně prochází jednotlivými zónami pece. Od vstupu rámu do pece, až po jeho výstup z pece uplyne má uplynout 20 minut. Materiál výparníků i rámu je zde ještě více tepelně namáhán než v případě termického odmaštění. Teplota se pohybuje až ke hranici 615°C. Jedná se o procesní parametr a nelze jej jakkoliv měnit. Příčiny vad vznikajících na tomto pracovišti jsou uvedeny v tabulce 6.

Vlivem nesprávného technologického postupu může docházet k ulpívání strusky a zbytků fluxu na sběrné trubce nebo lamele výparníku. Příčinou je pak např. zásek v peci z důvodu výpadku el.proudu a následně delší pobyt v peci než je stanovený. Nebo přerušení dodávky dusíku do pece. Dále může docházet ke vzniku chyb v propájení, příčinou je nerovnoměrná nebo zcela chybějící vrstva fluxující přísady. Menší měrou k tomu může přispět i skladování sběrných trubek v kanbanových zásobnících. Některé díly mají totiž vrstvu tavící přísady částečně odstraněnou a výsledkem je nedokonalé propájení spoje, kde fluxující přísada chybí.

Při výstupu z pece vznikají především vady mechanického rázu. Jedná se o poškození ploché trubky, sběrné trubky, prohnutí bočního dílu lamely. Příčinou je zde neopatrná manipulace s výparníky při jejich vykládání.

**Tabulka 6 Příčiny a vznik závad na pracovišti pájení**

Příčina	Vada	Následek
Mechanická manipulace s výparníkem.	Mechanické poškození ploché, sběrné trubky.	Netěsnost, nepřipustné ostré mechanické poškození.
Příliš nízká teplota	Špatné nebo žádné propájení plochých trubek se sběrnou trubkou	Lesklý nebo bělavý povrch
Velký rozdíl teplot v pájecí peci		Lesklý nebo bílý povrch letovaných dílů
Kompletní nenanesení tavící přísady na ploché trubce		Hnědý povrch
Špatná atmosféra pece (> 1000 ppm kyslík)		Bělavý povrch
Před pájením vlhká montážní jednotka, vlhko v peci.		Tmavý povrch
Neodmaštěné díly/ montážní jednotka		Černý povrch
Teplota pájení/čas pájení příliš vysoká/ příliš dlouhý		Nalegování vlnitých žebor
Příliš dlouhá žebra		Hnízda z vlnitých žebor – pájka je stahována do hnízd.
Nedostatečný nános tavící přísady (Flux)		Pájeno pouze ve spodní poloze plochých trubek.
Chybějící nebo odpadlý letovací klip		Nepropájení postranice/vlnité žebro
Pájka teče přes zářezy hrdla přípojných trubek		Nánosy pájky na dosedacích plochách pro o - kroužky

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.3.5 Povrchová úprava Beroxal

Závady na tomto pracovišti se povětšinou týkají mechanického poškození, vznikající během vykládání a nakládání výparníku, a nebo při samotné povrchové úpravě. Nejčastěji se tak děje v důsledku vlivu lidského faktoru. Jedná se o poškození ploché a sběrné trubky, lamely výparníku, hrdel přípojných trubek. V případě nesprávného

nastavení procesních parametrů daného pracoviště, pak vznikají závady typu, které jsou uvedeny v tabulce 7.

**Tabulka 7 Souhrn chyb vznikajících na pracovišti Behroxal**

Příčina závady	Vada	Následek vady
Mechanická manipulace s výparníkem během procesu.	Mechanické poškození žebrování výparníku	Výparník ke šrotaci, pokud nelze vyměnit.
Chybějící značka procesu Behroxal	Chyba povrchové úpravy Behroxal	Závada není povolena – šrot.
Chyba procesu povrchové úpravy / chyba nastavení.	Zatečení materiálu povrchové úpravy do výparníku.	Není povoleno – šrot.
Nesprávné držení výparníku při nakládání do koše Behroxal.	Nedostatečná protikoroze ochrana.	Není povoleno - šrotace

Zdroj: Vlastní zpracování



Zdroj: Vlastní zpracování

**Obr. 36 Příklad vizuální chyby na pracovišti Behroxal**

#### 4.3.6 Montáž expanzního ventilu

Na pracovišti dochází opět k manipulaci s výparníkem. Manipulace s výparníkem je příčinou vedoucí k mechanickým závadám ve smyslu poškození žebrování, plochých a přípojných trubek, popřípadě sběrné trubky. Příčinou těchto poškození je tedy, jako na ostatních pracovištích, lidský faktor. Dále dochází ke vzniku závad v podobě vadného šroubového spoje v místě ventilu a držící desky. Příčinou pak je poškozený závit držící desky, popřípadě závit šroubu s vnitřním šestihranem. Všechny důležité závady jsou shrnuty v tabulce 8.

**Tabulka 8 Příčiny závad na pracovišti montáže expanzního ventilu**

Příčina závady	Vada	Následek vady
Neopatrná manipulace s výparníkem při zakládání a vyndávání ze zakladače	Mechanické vady v podobě mechanického poškození ploché, sběrné trubky, žebrování.	Netěsnost
Vadný závit držící desky expanzního ventilu.	Špatně držící expanzní ventil	Netěsnost.
Rýha v přípojně trubce, chybějící / skříplý / znečištěný O - kroužek vedoucí k netěsnosti	Netěsnost spoje expanzní ventil/přípojná trubka	Netěsnost



Zdroj: Vlastní zpracování

**Obr. 37,38 Příklad vizuálních chyb vznikající na pracovišti montáže expanzního ventilu**

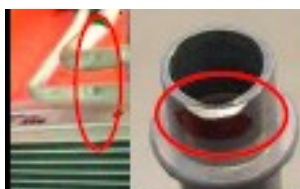
#### **4.3.7 Pracoviště kontroly heliem**

Ke kontrole se výparník zakládá do heliové komory, jedná se tedy opět o mechanickou manipulaci – možnost mechanického poškození. K obdobným závadám dochází na výstupu při vyndávání výparníku z komory. Nejčastěji se jedná o poškození žebrování, přípojných trubek, spoje s expanzním ventilem. Jednotlivé příčiny a závady sdružuje tabulka 9.

**Tabulka 9 Příčiny závad vznikající na pracovišti kontroly heliem**

Příčina závady	Vada	Následek vady
Vadné kazetování lisování, pájení, povrchová úprava výparníku.	Netěsný ventil	Nesprávné zapájení, průchozí trhliny, otvory. Šrot.
Mechanická manipulace výparníkem	Všeobecné mechanické poškození výparníku	Pokud nelze odstranit mechanické poškození- šrot.

Zdroj: Vlastní zpracování



Zdroj: Vlastní zpracování

**Obr. 39 Vizuální příklad mechanického poškození na pracovišti helia****4.3.8 Pracoviště kontroly polohy expanzního ventilu**

Na tomto pracovišti se lze setkat s mechanickými závadami typu nesprávná geometrie bloku a následně nemožné kontroly polohy expanzního ventilu. Jedná se o vady, kdy přípojné trubky jsou nesprávně zapájeny. Dále se zde uplatňují chyby z pracoviště montáže expanzního ventilu, kdy expanzní ventil vykazuje nepřijatelnou geometrickou odchylku.

**Tabulka 10 Příčiny závad na pracovišti kontroly polohy expanzního ventilu**

Příčina závady	Vada	Následek vady
Nesprávná manipulace s výparníkem	Všeobecné mechanické poškození výparníku	Nesprávné zapájení, průchozí trhliny, otvory. Šrot.

Zdroj: Vlastní zpracování



Z předcházející analýzy je vidět, že na lince existuje mnoho příčin, které vedou ke vzniku závad na výparníku. Z důvodu četnosti příčin závad na pracovišti lisování přípojných trubek výparníku jsem byl firmou Behr Czech s.r.o. pověřen analyzovat příčiny závad a navrhnout opatření k minimalizaci závad právě na pracovišti lisování přípojných trubek.

#### 4.4 NÁVRH OPATŘENÍ K ODSTRANĚNÍ PŘÍČIN ZÁVAD PŘI MONTÁŽI TRUBEK VÝPARNÍKU PSA X7

Při tvorbě návrhů opatření k odstranění příčin je vycházeno z přehledných tabulek, které charakterizují každé pracoviště. Pro každou příčinu na pracovišti lisování trubek je potom provedeno zkušební měření, na jehož základě je navrženo opatření. Toto opatření je opět vyzkoušeno při montáži.

##### **4.4.1 Příčina 1 -nevhodná rozměrová kombinace velká přípojná trubka - víčko sběrné trubky výparníku**

Za účelem minimalizace vlivu této příčiny bylo provedeno kontrolní měření spojovaných dílů. Pro vnitřní průměr velké přípojně trubky je předepsaná tolerance 0,05, a to s kladnou i zápornou hodnotou tolerance. Pro víčko je předpis 0,05, pouze však pro zápornou hodnotu tolerance.

**Tabulka.11 Zkušební náměry velké přípojné trubky**

Měření -velká přípojná trubka M6275001 70.13744								
Měření	Parametr	Nominální	Naměřená	Odchylka	+Tol.	-Tol	Mimo toleranci	Stav
1	Ø	13,550	13,540	-0,010	0,050	-0,050	0,000	OK
	Úhel	3,000	2,940	-0,060	0,500	-0,500	0,000	OK
2	Ø	13,550	13,550	0,000	0,050	-0,050	0,000	OK
	Úhel	3,000	3,150	0,150	0,500	-0,500	0,000	OK
3	Ø	13,550	13,570	0,020	0,050	-0,050	0,000	OK
	Úhel	3,000	3,100	0,100	0,500	-0,500	0,000	OK
4	Ø	13,550	13,510	-0,040	0,050	-0,050	0,000	OK
	Úhel	3,000	3,120	0,120	0,500	-0,500	0,000	OK
5	Ø	13,550	13,510	-0,040	0,050	-0,050	0,000	OK
	Úhel	3,000	3,050	0,050	0,500	-0,500	0,000	OK
6	Ø	13,550	13,530	-0,020	0,050	-0,050	0,000	OK
	Úhel	3,000	3,050	0,050	0,500	-0,500	0,000	OK
7	Ø	13,550	13,520	-0,030	0,050	-0,050	0,000	OK
	Úhel	3,000	3,060	0,060	0,500	-0,500	0,000	OK
8	Ø	13,550	13,540	-0,010	0,050	-0,050	0,000	OK
	Úhel	3,000	3,000	0,000	0,500	-0,500	0,000	OK
9	Ø	13,550	13,550	0,000	0,050	-0,050	0,000	OK
	Úhel	3,000	3,000	0,000	0,500	-0,500	0,000	OK
10	Ø	13,550	13,550	0,000	0,050	-0,050	0,000	OK
	Úhel	3,000	3,100	0,100	0,500	-0,500	0,000	OK

Zdroj: Vlastní zpracování

**Tabulka 12 Zkušební náměry víčka velké přípojné trubky**

Víčko s otvorem 70.12408 (na sběrné turbce M6272002)								
Měření	Parametr	Nominální	Naměřená	Odchylka	+Tol	-Tol	Mimo toleranci	Stav
1	Ø	13,800	13,840	0,040	0,000	-0,050	0,040	NOK
	Úhel	3,000	2,870	-0,130	0,000	-0,500	0,000	OK
2	Ø	13,800	13,850	0,050	0,000	-0,050	0,050	NOK
	Úhel	3,000	2,820	-0,180	0,000	-0,500	0,000	OK
3	Ø	13,800	13,860	0,060	0,000	-0,050	0,060	NOK
	Úhel	3,000	2,690	-0,310	0,000	-0,500	0,000	OK
4	Ø	13,800	13,840	0,040	0,000	-0,050	0,040	NOK
	Úhel	3,000	2,770	-0,230	0,000	-0,500	0,000	OK
5	Ø	13,800	13,870	0,070	0,000	-0,050	0,070	NOK
	Úhel	3,000	2,850	-0,150	0,000	-0,500	0,000	OK

**Pokračování tabulky 12**

<b>6</b>	<b>Ø</b>	13,800	13,900	0,100	0,000	-0,050	0,100	NOK
	<b>Úhel</b>	3,000	2.770	-0,230	0,000	-0,500	0,000	OK
<b>7</b>	<b>Ø</b>	13,800	13,890	0,090	0,000	-0,050	0,090	NOK
	<b>Úhel</b>	3,000	2.800	-0,200	0,000	-0,500	0,000	OK
<b>8</b>	<b>Ø</b>	13,800	13,860	0,060	0,000	-0,050	0,060	NOK
	<b>Úhel</b>	3,000	2.810	-0,190	0,000	-0,500	0,000	OK
<b>9</b>	<b>Ø</b>	13,800	13,880	0,080	0,000	-0,050	0,080	NOK
	<b>Úhel</b>	3,000	2.900	-0,100	0,000	-0,500	0,000	OK
<b>10</b>	<b>Ø</b>	13,800	13,810	0,010	0,000	-0,050	0,010	NOK
	<b>Úhel</b>	3,000	2.840	-0,160	0,000	-0,500	0,000	OK

Zdroj: Vlastní zpracování

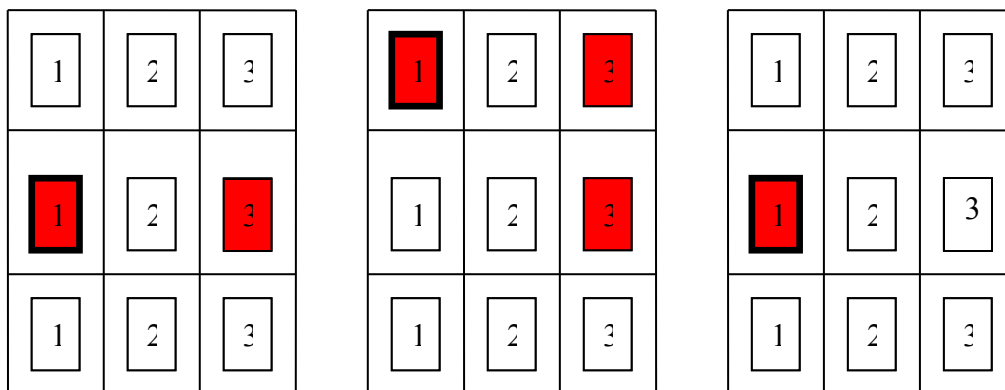
#### 4.4.1. 1 Hodnocení zkušebních náměrů

Zkušební náměry lze hodnotit tak, že výsledky pro rozměr velké přípojně trubku byly všechny v pořádku. Pro rozměr víčka velké přípojně trubky je předepsaná pouze záporná tolerance a některé z náměrů. byly mimo toleranci.

#### 4.4.1.2 Montáž s vybranými montážními díly

Bylo provedeno zkoušení lisování s vybranými rozměry pro velkou přípojnou trubku a pro víčko sběrné trubky. Byly vybrány hodnoty na horní hranici tolerance průměru velké přípojně trubky a hodnoty na spodním okraji tolerance průměru víčka sběrné trubky. Hodnoty úhlu nátrubku byly pro všechny přípojně trubky vybrány stejné.

Poté bylo provedeno stejným způsobem zkušební lisování, ale pro střední hodnoty v tolerančním poli rozměrů jednotlivých dílů. Nakonec bylo provedeno zkušební lisování pro spodní hranici tolerance velké přípojně trubky a na horní hranici rozměru průměru víčka sběrné trubky. (Hodnota průměru pro víčko sběrné trubky byla však již mimo předepsanou toleranci). Bylo provedeno pro každou rozměrovou skupinu 9 zkušebních lisování.



Zdroj: Vlastní zpracování

**Obrázek 40 Skupiny výparníků s vybranými rozměry pro zkoušku lisování a následnou montáž**

#### Legenda k obr. 40

1. Skupina číslo 1 – spoj s největším přesahem
2. Skupina číslo 2 – spoj se středním přesahem
3. Skupina číslo 3 – spoj s nejmenším přesahem



Výparníky se spadlou velkou přípojnou trubicou po termickém odmaštění



Optická kontrola po peci, nezapájený otvor sběrná / přípojná trubka

Zalisované výparníky poté byly vloženy do stejného pájecího rámu pro zajištění stejných podmínek při procesu odmaštění a letování. Vždy po třech z každé skupiny viz. obrázek 40. Pájecí rámy byly přesunuty na válečkovou trať a byla provedena optická kontrola po odmaštění výparníků. Optickou kontrolou po odmaštění bylo zjištěno, že u skupiny výparníků, která měla při lisování nejmenší přesah došlo ke spadnutí přípojně trubky již po odmaštění. Došlo tak ke spadnutí u 3 výparníků z celé 9 ti členné skupiny.

U ostatních výparníků ke spadnutí velké přípojně trubky nedošlo, došlo pouze k částečnému uvolnění, a to ze skupiny 2. Dále byly pájecí rámy s výparníky posunuty do pece a následně po peci došlo ke vzhledové kontrole výparníků. Vzhledová kontrola ukázala, že ze 1. skupiny se tři výparníky nezapájely a měly díru v místě víčka sběrné trubky. U první skupiny došlo taktéž k mechanickému poškození výparníku v místě sběrné

trubky. Ostatní výparníky nejevily známku vadného zapájení. Výparníky poté prošli povrchovou úpravou a následně putovaly na montáž ventilu.

Poté byly jednotlivé skupiny výparníků vystaveny zkoušce těsnosti. Z první skupiny byl zjištěn jeden netěsný výparník, a to z důvodu netěsnosti mezi sběrnou trubkou a trubkou plochou. Jinak v této skupině nebyly zjištěny vadné výparníky. Poté byla přezkoušena 2 skupina výparníků. V této skupině byly zjištěny 2 výparníky s nezapájenými plochými trubkami. Z pohledu rozměrové tolerance však byly všechny výparníky v pořádku. Ve třetí skupině byly 2 výparníky netěsný ve spoji sběrná/ přípojná trubka. V tomto případě se jednalo o důsledek uvolnění při pohybu výrobku po jednotlivých pracovištích před vlastním zapájením.

#### 4.4.1.3 Návrh opatření pro minimalizaci vlivu tolerance rozměru trubky na vznik závady na pracovišti lisování přípojných trubek

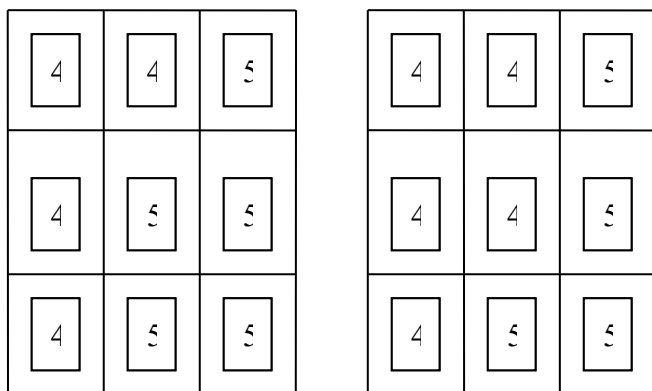
V našem případě se jedná o parametr dodávaných dílů od dodavatele. Návrh opatření je v tomto případě: Zmenšit toleranční pole průměru velké přípojně trubky a vnějšího průměru víčka pro tuto trubku. V podstatě se jedná o zvolení správného přesahu z hlediska montování přípojných trubek s ohledem na poškození víčka při lisování a přesahu s ohledem na vznik závady vedoucí ke spadnutí velké přípojně trubky. Provést tato opatření je však problémové z hlediska použitých strojů výrobce a jejich tolerancí při výrobě trubky samotné.

#### 4.4.2 Příčina 2 Velká vůle víčka ve sběrné trubce

Během montáže bylo zjištěno, že tato příčina vede k netěsnosti a je zjištělná až po letování v lepším případě a v horším případě až po zkoušce těsnosti.

Bylo provedeno měření za účelem zjištění vlivu kvality zalisování víčka ve sběrné trubce od výrobce na kvalitu zalisování přípojných trubek výparníku. Za tímto účelem byly vybrány kontrolní vzorky. Vzorek byl vybrán na základě optické kontroly a kusy, které vykazovaly opticky větší uvolnění víčka ve sběrné trubce, tak byly odděleně vyzkoušeny při montáži. K měření se použili výparníky po procesu kazetování, tj. jsou sepnuty pájecím klipem. Byly vybrány výparníky, které měly max. rozměr v uvolnění víčka do 150 µm a ty

tvorili skupinu výparníků č. 4. Dále byly vybrány výparníky s rozměrem v uvolnění nad 200  $\mu\text{m}$  a ty tvořily skupinu č. 5. Výparníky poté prošly lisováním přípojných trubek a přípojně trubky byly vybrány pro obě skupiny se stejnými parametry rozměru průměrů. Po lisování byly výparníky založeny do pájecích rámců dle obrázku 41a přesunuty na válečkovou trať. Byla provedena vzhledová kontrola výparníků po termickém odmaštění. Nebyla zjištěna žádná spadlá velká trubka. Dále pokračovaly výparníky do procesu pájení, kde po výstupu z pece byla opět provedena optická kontrola. Bylo zjištěno, že ze skupiny č.4 měl výparník špatné propájení lamely. Ze skupiny č. 5 byly však zjištěny 3 výparníky s dírou ve víčku pro velkou sběrnou trubku. Tyto výparníky byly dány do šrotu, jelikož už je nelze použít. Dále výparníky prošly povrchovou úpravou Beroxal 1 a montáží expanzního ventilu. Při montáži expanzního ventilu byla poškozena jedna velká i malá přípojná trubka ze skupiny č. 5 . Následně při kontrole těsnosti na pracovišti KV70 byly zjištěny tyto vady. Ze skupiny č. 4 byl jeden výparník netěsný v plném víčku sběrné trubky a ze skupiny č. 5 byly netěsný 2.

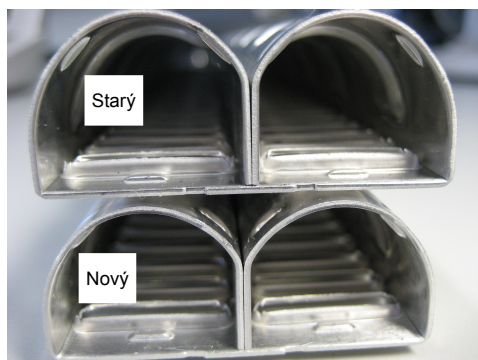


Zdroj: Vlastní zpracování

**Obrázek 41 Schematické znázornění zkušebního měření 2**

#### 4.4.2.1 Návrh pro minimalizaci příčiny těchto závad

Při zkoušce bylo zjištěno, že u skupiny, kde bylo víčko více uvolněné ve sběrné trubce, tak častěji docházelo k závadě v netěsnosti výparníku. Pro opatření, které povede k odstranění těchto závad byl vybrán parametr zalisování víčka ve sběrné trubce. Víčka ve sběrné trubce jsou lisována na tzv. zámky viz obr. 42.



Zdroj: Vlastní zpracování

**Obr. 42 Úprava zalisování víčka ve sběrné trubce**

Na základě zjištění z měření byla provedena úprava zalisování víčka ve sběrné trubce. Tato úprava byla provedena ze strany dodavatele dílů. Nové díly, které prošly touto úpravou měly již rozměr v uvolnění víčka do 150  $\mu\text{m}$ . Na základě této úpravy bylo provedeno měření, které potvrdilo mé zkušební měření a vedlo ke snížení počtu netěsných výparníků v místě víčka sběrné trubky.

#### 4.4.3 Příčina 3. Nastavení velikosti tlaku lisování

Za účelem zjištění vlivu nastavení velikosti tlaku při lisování bylo provedeno následující měření.

**Tabulka 13 Závislost poškození víčka sběrné trubky na lisovacím tlaku**

Tlak	Číslo měření									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,0Bar	Ok	OK	OK	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
2,5 bar	Ok	OK	OK	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
3,0Bar	Ok	OK	OK	Nok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
3,5 Bar	Ok	OK	OK	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
4,0 Bar	Ok	OK	OK	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Nok
4,5Bar	Nok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Nok	Ok	Nok	Ok
5,0 Bar	Nok	Ok	Ok	Ok	Ok	Nok	Nok	Ok	Ok	Ok
5,5 bar	Ok	Nok	Nok	Nok	Nok	Nok	Ok	Nok	Ok	Ok
6,0bar	Nok	Nok	Ok	Nok	Nok	Nok	Ok	Ok	Nok	Nok

Zdroj: Vlastní zpracování

### Legenda k tabulce 13

Parametrem je zborcení víčka .

Stav - Ok znamená, že ke zborcení víčka nedocházelo

Stav – Nok ke zborcení víčka došlo

Závislý parametrem na velikosti nastavení tlaku při lisování byla délka zalisování přípojných trubek na víčko sběrné trubky.

**Tabulka 14 Délka zalisování sběrné trubky v závislosti na lisovacím tlaku**

Tlak	Číslo měření									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,0Bar	1,510	1,450	1,520	1,530	1,530	1,560	1,490	1,520	1,520	1,530
2,5 bar	1,570	1,580	1,600	1,620	1,600	1,620	1,630	1,590	1,610	1,550
3,0Bar	1,800	1,750	1,760	1,690	1,740	1,810	1,800	1,760	1,790	1,680
3,5 Bar	1,910	1,920	1,960	1,920	1,860	1,860	1,940	1,980	1,940	1,970
4,0 Bar	2,020	2,070	2,040	2,030	1,940	2,070	2,040	2,060	2,010	2,040
4,5Bar	2,150	2,170	2,140	2,090	2,080	2,150	2,170	2,160	2,170	2,040
5,0 Bar	2,240	2,250	2,240	2,240	2,250	2,260	2,240	2,270	2,260	2,280
5,5 bar	2,350	2,370	2,420	2,390	2,370	2,380	2,390	2,370	2,380	2,380
6,0bar	2,500	2,610	2,560	2,540	2,450	2,490	2,480	2,490	2,530	2,520

Zdroj: Vlastní zpracování

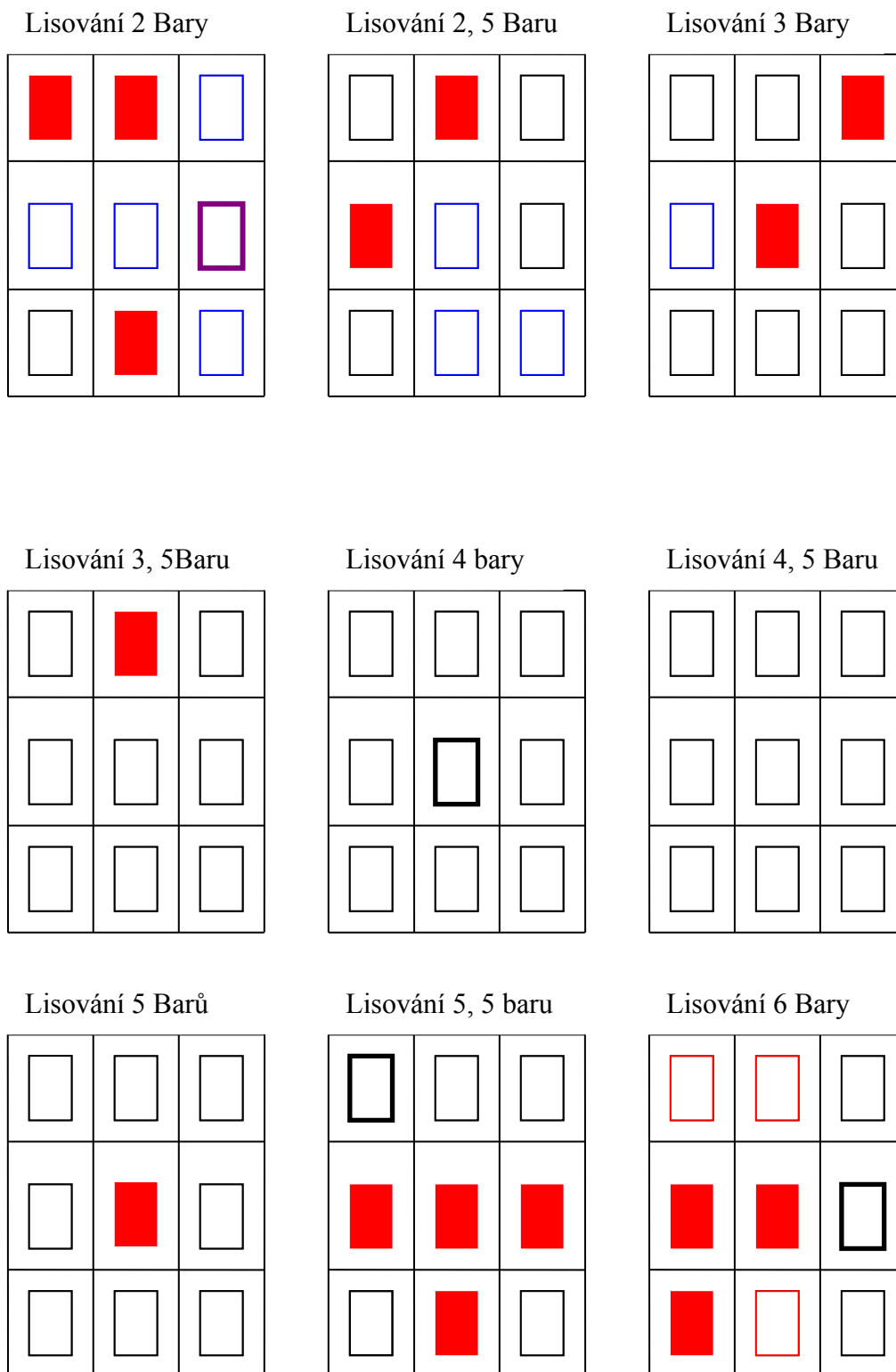
### Legenda k tabulce 14

Parametr délka zalisování velké přípojných trubek na víčko sběrné trubky v mm.

Na základě vyhodnocení měření byla provedena montáž výparníku následujícím způsobem. Byly vybrány výparníky a ty byly vloženy do jednoho pájecího rámu. Jednalo se o výparníky, které byly lisovány při stejném tlaku. Takto bylo vytvořeno 9 pájecích rámu s 9 výparníky. Před nasunutím výparníků na válečkovou trať bylo zjištěno u 3 výparníků ze skupiny, které byly lisovány 6 bary zborcení víčka sběrné trubky. Výparník s takto zborceným víčkem již nemůže být zapájen, ale pro zkušební měření byly takto poškozené výparníky ponechány v procesu. Dále bylo zjištěno u výparníků ze skupiny, která byla lisována tlakem 5 a 5,5 barů částečné uvolnění víčka. Skupina výparníků s tlakem lisování 4,5 baru již nevykazovala poškození víčka, pouze u 1 kusu byla velká přípojná trubka








nalísována pod rozdílným úhlem od 90°. Po nasunutí výparníků na válečkovou trať byla provedena kontrola zkušebních výparníků po termickém odmaštění, po peci a po zkoušce těsnosti.



Zdroj: Vlastní zpracování

**Obrázek 43 Schématické znázornění zkoušky lisování pod různými tlaky**

### Legenda k obr. 43

	výparník odstraněný z testu po lisování
	výparník odstraněný z testu po termickém odmaštění
	výparník mechanicky poškozený po peci
	výparník odstraněný pro netěsnost v místě spoje přípojná trubka / víčko
	výparník netěsný po heliu

#### 4.4.3.1 Kontrola skupiny výparníků po termickém odmaštění

Skupina výparníků lisována tlakem 2 bary, vykazovala po termickém odmaštění spadnutí přípojných trubek. Přesněji se jednalo o 4 kusy, které měli spadlou velkou přípojnou trubku. U skupiny lisované 2,5 barů byly 2 kusy se spadlou velkou přípojnou trubkou.

Skupina lisovaná 3 bary, vykazovala pouze 1 spadlou trubku, ale další 2 kusy měli velkou přípojnou trubku uvolněnou z víčka. Dá se tedy předpokládat její spadnutí, např. v peci. Skupina lisována 3,5 barů již spadlé trubky neměla, pouze 1 kus měl uvolněnou trubku. Skupina lisována 4 bary po termickém odmaštění nevykazovala na pohled zjevné závady.

Výparníky, které měly spadlou velkou přípojnou trubku, již dále nebyly testovány, pouze s uvolněnou trubkou ve víčku.

#### 4.4.3.2 Kontrola skupin výparníků po peci

Ve skupině výparníků, lisované 2 bary, byl po peci 1 kus s viditelnou netěsností v oblasti spoje velká přípojná trubka / víčko – výparník netěsný- šrot. U skupin lisovaných 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5 bary nebyly zjištěny viditelné netěsnosti. U skupiny lisované 5 bary byly

2 kusy a u skupiny lisované 5,5 bary 3 kusy s viditelnou netěsností v oblasti víčko/ sběrná trubka. U skupiny lisované 6 bary taktéž 3 kusy. Jednotlivé kusy, které jsou s viditelnou netěsností, byly pro konečné testování heliem vyřazeny z testu.

#### 4.4.3.3 Kontrola skupin výparníků po testování heliem

Při testování těsnosti heliem se projevila jakákoliv trhlina, či netěsnost na výparníku. Na zkušebních výparnících byly zjištěny následující netěsnosti. U skupiny lisované 2 bary se vyskytly 3 výparníky s velkou netěsností. Příčina pak byla v místě spoje přípojných trubek a víčka trubky sběrné. Ten samý problém se vyskytoval i u skupin lisované 2,5; 3; 3,5 barů. U skupiny lisované 4 a 4,5 bary se tento problém nevyskytoval. Netěsnost se začala projevovat až u skupiny výparníků lisované tlakem 5; 5,5 a 6 barů, kde se netěsnost objevila v místě víčka sběrné trubky v důsledku nedostatečného zapájení.

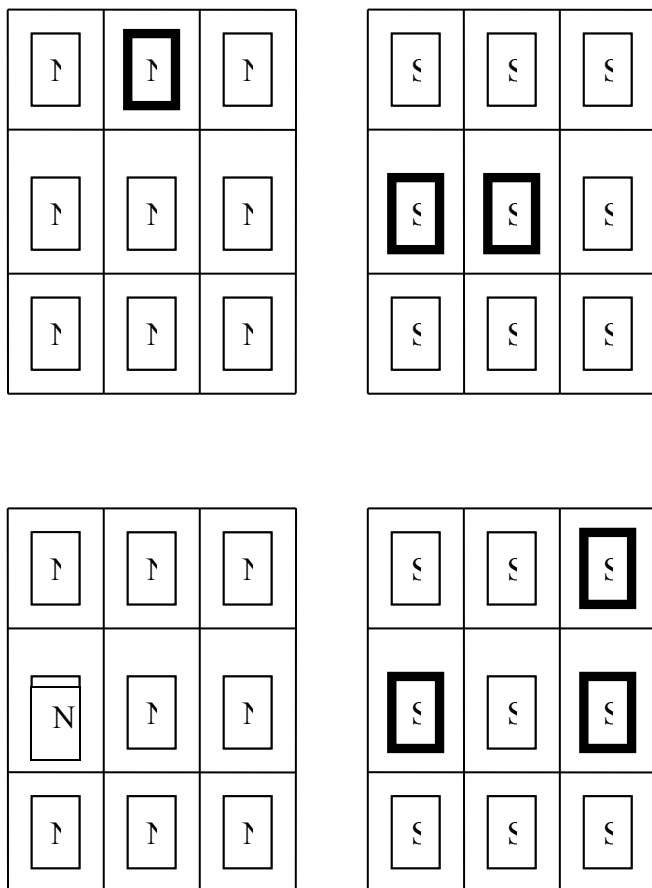
#### 4.4.3.4 Návrh pro optimalizaci příčiny 3 - velikost lisovacího tlaku

Z obrázku 43 je vidět, že výparníky lisované malým tlakem mají netěsnost způsobenou nedostatečným zalisováním přípojných trubek na sběrnou trubku. Při velkém lisovacím tlaku však dochází k nechtěnému zborcení víčka ve sběrné trubce. Optimalizace tedy spočívá ve správném nastavení lisovacího tlaku. Jako nejvýhodnější hodnota lisovacího tlaku se jeví hodnota v rozmezí 4- 4,5 baru. Osobně se přikláním k hodnotě 4 bary, a to z důvodu předcházejícího testu.

#### **4.4.4 Příčina 4 Nesprávné usazení přípojných trubek v zakladačce přípojných trubek**

Při analýze bylo zjištěno, že podstatný vliv na správné zapájení má i usazení přípojných trubek v zakladačce. Na základě toho bylo provedeno při lisování měření. Sledovalo se měření obtisku přípojných trubek na barvu. Zjistilo se také, že při lisování dochází k vybočení velké přípojných trubek z vodorovného směru a tím pádem k nesprávnému zalisování. Za tímto účelem byl proveden návrh a realizace nové zakladačky přípojných trubek.

Pro vyhodnocení úspěšnosti volby nové zakladačky bylo provedeno testování mezi starou a novou zakladačkou.



Zdroj: Vlastní zpracování

**Obrázek 44** Testování skupiny výparníků lisované s novou a starou zakladačkou

**Legenda k obr. 44**

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">N</div>	Nová zakladačka
<div style="border: 3px solid black; width: 20px; height: 20px; display: inline-block;"></div>	Netěsnost po testování heliem.
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">S</div>	Stará zakladačka

Byla vytvořena skupina lisovaná starou zakladačkou a skupina lisovaná zakladačkou novou. Pro lisování byl použit optimální lisovací tlak 4 bary, zjištěný z předchozího měření. Protože vliv zakladačky nebyl tak podstatný, byla provedena kontrola výparníků pouze po heliu. Po testování heliem, byl zjištěn následující stav.

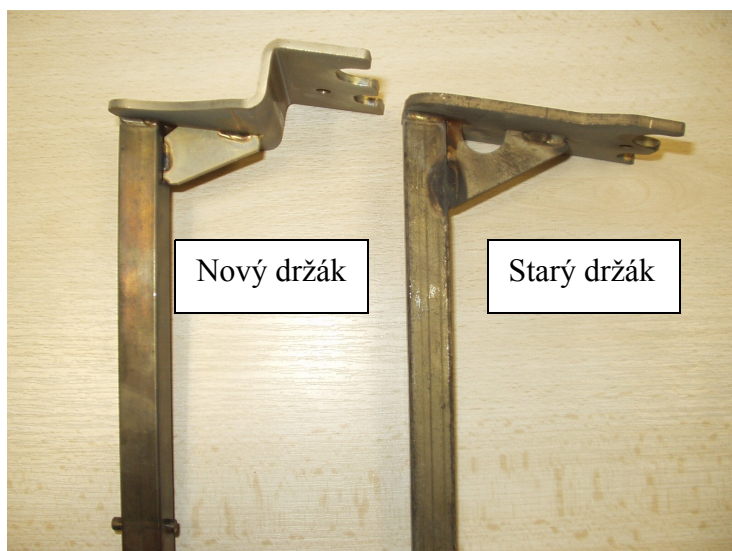
Při použití nové zakladačky byla z 18 výparníků zjištěna pouze 1 netěsnost. V případě použití staré zakladačky, bylo zjištěno netěsností 5. V obou případech se jednalo o menší netěsnosti v oblasti spoje velké přípojné trubky a víčka trubky sběrné.

#### 4.4.4.1 Návrh pro optimalizaci příčiny nesprávného usazení v zakladačce

Na základě testování se nový typ zakladačky osvědčil, a proto byl uveden do běžného provozu montáže. Vizualizace polohování přípojných trubek v zakladačce viz příloha 51.

#### 4.4.5 Příčina 5 Přípojné trubky nesoucí částečně váhu krytky

Z předešlé analýzy byl zjištěn vliv pájecího rámu, přesněji umístění krycího víčka na držáku přípojných trubek. Za tímto účelem byl navrhnut koncernovou firmou ve Stuttgartu nový koncept držáků přípojných trubek. Váha krytky působí na víčko ve sběrné trubce na principu páky a vlivem toho dochází k uvolňování víčka ve sběrné trubce. To pak má za následek vznik velké mezery mezi víčkem a sběrnou trubkou a nedojde ke správnému zapájení.



Zdroj: Vlastní zpracování

**Obrázek 44 Starý a nový typ držáku**

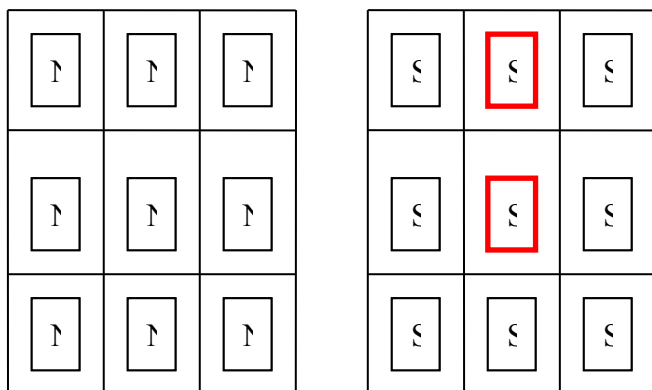


Zdroj: Vlastní zpracování

**Obrázek 45 Stará a nová krytka**

Pro ověření účinnosti použití nového typu držáku bylo provedeno testování výparníků se starým a novým typem držáku. Byly vytvořeny 2 skupiny po 18ti kusech. Pro testování byly vybrány výparníky bez vzhledových závad. Nastavení při lisování bylo souhlasné.

⌈	⌈	⌈	⌘	⌘	⌘
⌈	⌈	⌈	⌘	⌘	⌘
⌈	⌈	⌈	⌘	⌘	⌘



Zdroj: Vlastní zpracování

**Obrázek 46 Schématické znázornění testu se starou a novou krytkou**

Vyhodnocení testu probíhalo po operaci:

- pájení
- testování heliem.

#### Legenda k obr. 46



Netěsný výparník po peci



Netěsný výparník po testování heliem

Kontrola stavu výparníků po peci odhalila 3 výparníky netěsné v místě víčka. Jednalo se o skupinu se starým typem držáku výparníku. U nového držáku nebyly zjištěny žádné zjevné netěsnosti po operaci pájení. Po testování heliem byl však 1 výparník objeven, pouze však s menší netěsností. Rovněž tak u skupiny se starým typem držáku přípojných trubek.

#### 4.4.5.1 Návrh pro optimalizaci příčiny 5

Z předcházejícího testu je patrné, že nový typ držáku se pozitivně projevil co do počtu netěsností montovaného výparníku. Navržený typ držáku byl proto uveden do provozu. Pájecí rámy jsou ponechány v původní podobě, pouze se vymění nový typ držáku za starý. Strojní časy zůstanou shodné s původním nastavením.

## **5. NÁVRH NOVÉHO PROCESU MONTÁŽE ZAHRNUJÍCÍ NAVRŽENÁ OPATŘENÍ**

Pro vlastní racionalizaci bylo vybráno 5 hlavních faktorů, který měly zásadní vliv na montáž výparníku. Veškerá opatření se týkala pracoviště lisování přípojných trubek výparníku.

Stávající technologický postup zůstane stejný, pouze v případě opatření 3 bude stávající technologický postup doplněn o nastavení velikosti lisovacího tlaku a provedení kontroly seřízení stroje, popř. vyčištění. Povětšinou se jedná o změnu části stroje, nebo jeho nastavení.

### **5.1 OPATŘENÍ 1 – ZMĚNA PÁSMO TOLERANCE PŘÍPOJNÝCH TRUBEK**

Tento návrh se neuplatnil v procesu montáže z těchto důvodů:

Výrobce používá určité nástroje pro výrobu těchto dílů a změna pásma tolerance by vyvolala neúměrné zdražení dodávaného dílu. Výrobce takto dodávaných dílů by musel změnit nástrojovou základnu. Tento parametr se ukázal jako důležitý z hlediska montáže, ale z hlediska výrobce a s tím souvisejících nákladů ho nebylo možné uplatnit za příznivé finanční náklady.

### **5.2 OPATŘENÍ 2 – ZMĚNA ZALISOVÁNÍ VÍČKA VE SBĚRNÉ TRUBCE U DODAVATELE MONTÁŽNÍHO DÍLU**

Tento návrh se uplatnil velmi dobře. Výrobce sběrných trubek pouze provedl změnu nastavení svého stroje, po které došlo k lepšímu zalisování víčka ve sběrné trubce jakožto dodávaného dílu. V procesu byly použity nové sběrné trubky. Výparníky s takto upravenými sběrnými trubkami, vykazovaly menší zmetkovitost. Nové opatření nebude mít vliv na vlastní montáž, čas montáže zůstane zachována včetně technologických podmínek.



### 5.3 OPATŘENÍ 3 NASTAVENÍ LISOVACÍHO TLAKU STROJE NA LISOVÁNÍ PŘÍPOJNÝCH TRUBEK

Tento návrh se ukázal jako velmi efektivní řešení. Jeho následkem bylo zjištění rozmezí lisovacího tlaku, kdy je přípojná trubka dostatečně zalisována na víčko sběrné trubky, ale nedochází ke zborcení víčka ve sběrné trubce vlivem předimenzování tlaku.

Tento návrh se projeví v technologickém postupu, a to tak, že bude předepsána hodnota nastavení lisovacího tlaku v technologických podmínkách. Čas vlastní montáže se nezmění, jelikož rozdíl v času nalisování víčka za stanoveného tlaku lze pokládat za zanedbatelný z hlediska montáže.

### 5.4. OPATŘENÍ 4 ZMĚNA KONCEPTU ZAKLADAČKY PŘÍPOJNÝCH TRUBEK VÝPARNÍKU

Na základě realizace opatření došlo ke zkvalitnění nalisovaného spoje sběrné trubky. Bylo nutné jej nechat vyrobit v externí firmě. Po zavedení došlo k poklesu závad při lisování na sběrné trubce. Návrh se neprojeví v technologickém postupu ani v čase potřebném na montáž, ale dojde k výměně staré zakladačky za nový typ. Strojní časy zůstanou shodné s původním nastavením. Technologický postup bude realizován již s novým typem zakladačky přípojných trubek.

### 5.5 OPATŘENÍ 5 ZMĚNA KONCEPTU DRŽÁKU PŘÍPOJNÝCH TRUBEK V LETOVACÍM RÁMU

Stávající technologický postup zůstane beze změny, dojde k výměně stávajících držáků přípojných trubek za nový typ. Doba trvání založení výparníku do pájecího rámu je přibližně stejná jako u starého typu (měřeno v součtu na 9 kusech v rámu).

## 5.6 PRIMÁRNÍ NÁKLADY NA REALIZACI NOVÝCH OPATŘENÍ

### **Opatření 1**

Změna velikosti pásma tolerance dodávaných přípojných trubek nebyla využita, proto se jím dále nezabývám.

### **Opatření 2**

Změna dodávaných sběrných trubek. Tato změna pro firmu Behr, co by pro koncového zákazníka byla bez nákladů. Lze tedy hovořit, že tento parametr vedl ke zvýšení produktivity.

### **Opatření 3**

V případě velikosti nastaveného tlaku při lisování se dá hovořit také o opatření bez nákladů.

### **Opatření 4**

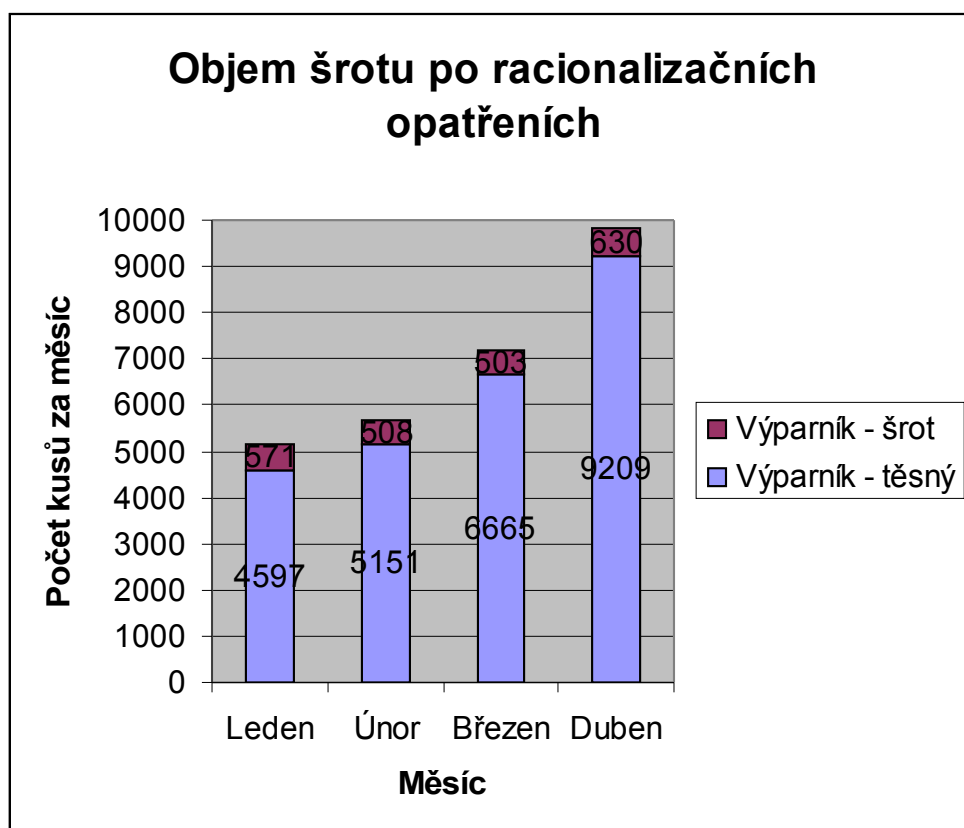
Změna zakladačky přípojných trubek obsahovala investiční náklady v podobě 23 000 Kč za výrobu nového konceptu zakladačky.

### **Opatření 5**

Změna typu držáku. Finanční náklady na toto opatření se vyšplhaly na cca 15 000 Kč. Náklady byly spojené s výrobou nových držáků, krytek a nákladů na materiál s tím spojený.

## 5.7 GRAFICKÉ ZHODNOCENÍ VLIVU JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ NA OBJEM CELKOVÉHO ŠROTU

Během aplikací jednotlivých opatření byl posouzen vliv na objem celkového šrotu. Jednotlivé ukazatele jsou zaneseny do následujících grafů. Vlastní racionalizace byla započata lednovým měsícem. V tomto měsíci došlo k opatření 2. Počínaje měsícem únor bylo aplikováno opatření 3 a 5. Opatření 4 bylo aplikováno ve 3. měsíci roku 2008.



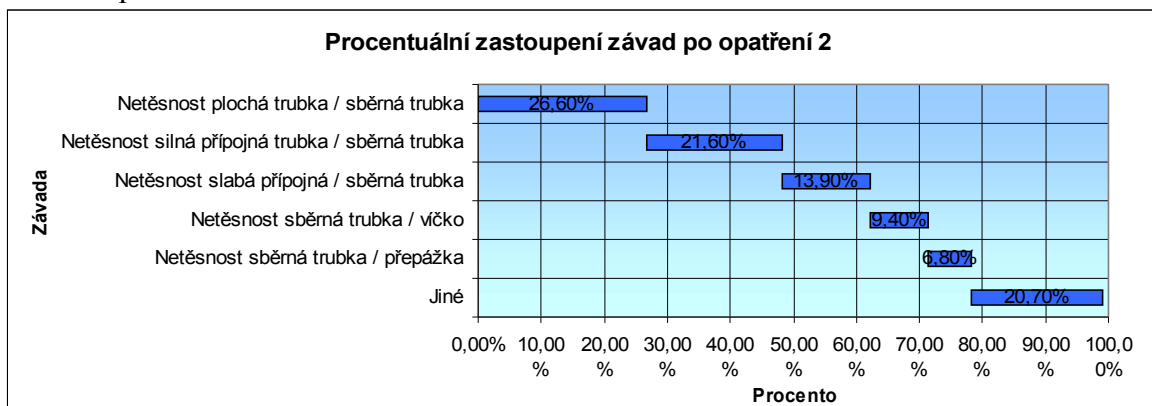
Zdroj: Vlastní zpracování

**Graf 3 Objem šrotu výparníku PSA - X7 po racionalizačních opatřeních**

Z celkového objemu vyrobených výparníků připadá na měsíc leden 11% vadných, na měsíc únor 8,9%, na měsíc březen 7% a na měsíc duben 6,4 % vadných výparníků. Z časových důvodů již zde není uveden měsíc květen, dá se však předpokládat další snížení šrotu v závislosti na počtu vyráběných kusů a racionalizačních opatřeních.

## 5.7.1 Procentuální zastoupení závad po jednotlivých opatřeních

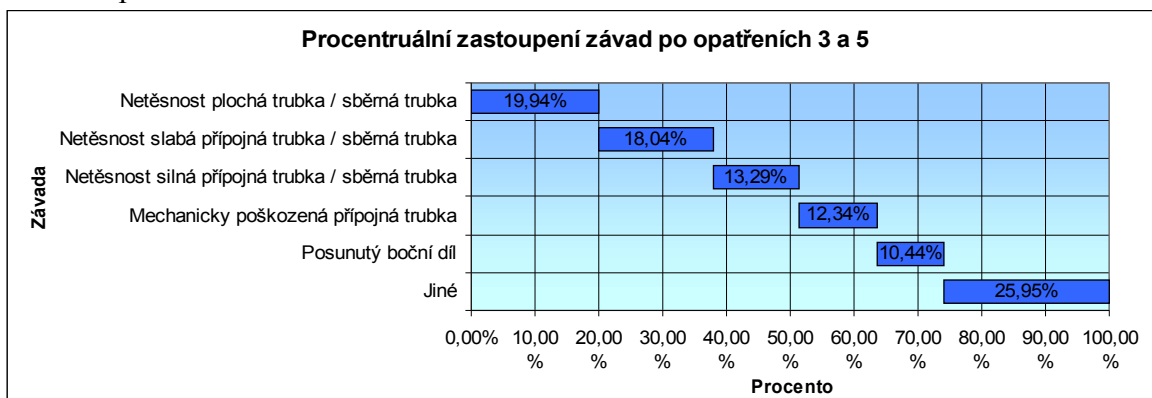
### 5.7.1.1 Opatření 2



Zdroj: Vlastní zpracování

**Graf 4 Procentuální zastoupení závad po racionalizačním opatření 2**

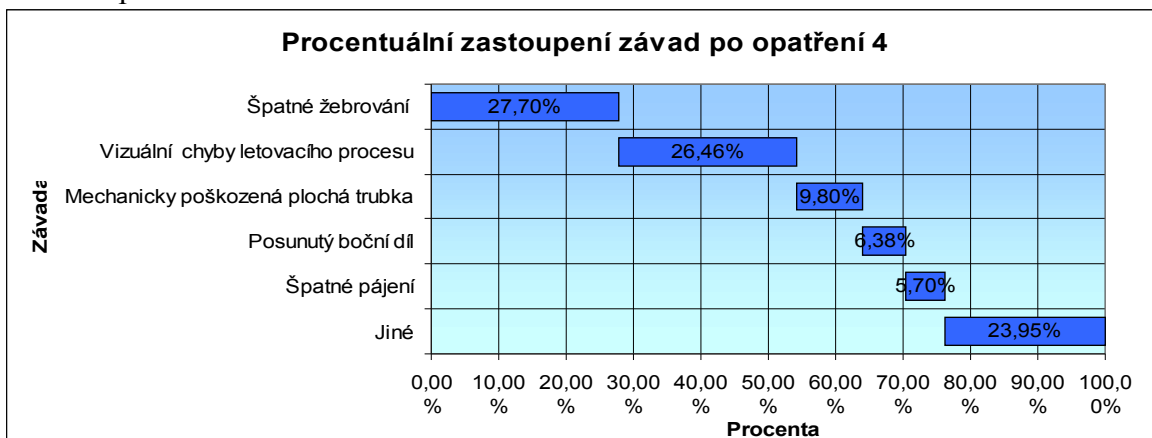
### 5.7.1.2 Opatření 3 a 5



Zdroj: Vlastní zpracování

**Graf 5 Procentuální zastoupení závad po racionalizačních opatřeních 3 a 5**

### 5.7.1.3 Opatření 4



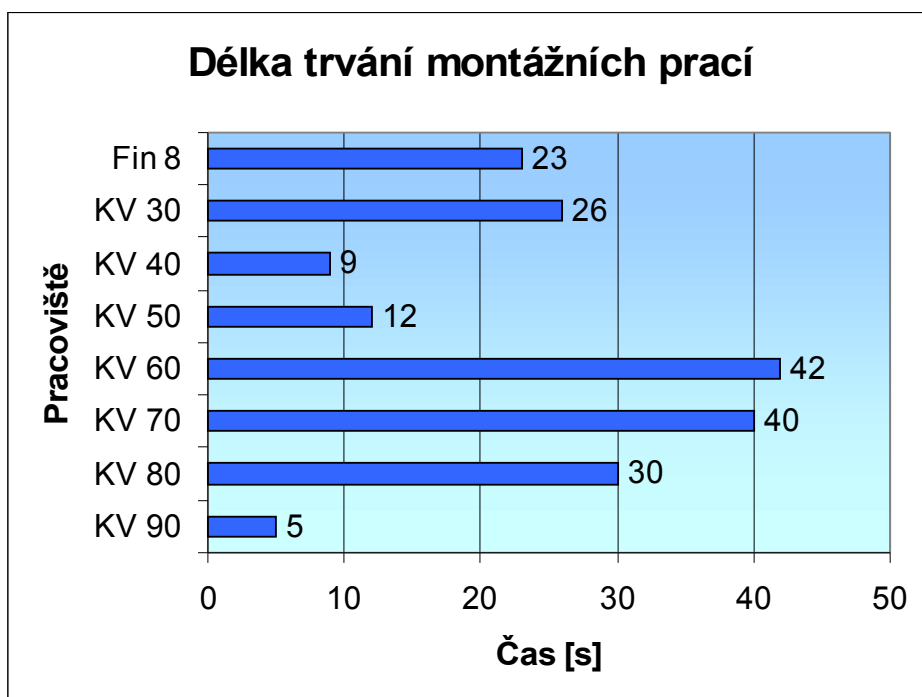
Zdroj: Vlastní zpracování

**Graf 6 Procentuální zastoupení závad po racionalizačním opatření 4**

## 5.8 RACIONALIZACE PRACOVIŠTĚ MONTÁŽE EXPANZNÍHO VENTILU A OPERACE ZKOUŠENÍ TĚSNOSTI VÝPARNÍKU

Při narůstajícím počtu vyráběných kusů výparníků bylo nutné se zabývat z hlediska racionalizace dalším pracovištěm. Jedná se o pracoviště montáže expanzního ventilu KV60 a na něho navazující pracoviště zkoušení těsnosti výparníků KV70

Je snahou dosáhnout co nejrovnoměrnějšího rozložení činností tak, aby doba montáže na všech pracovištích si byla co nejbližší. Z časů trvání operací na jednotlivých pracovištích byl sestaven graf 7, na kterém je patrná časová návaznost jednotlivých operací.



Zdroj: Vlastní zpracování

**Graf 7 Délka trvání montážních operací**

Jak je vidět z grafu 7, nejdelší doba na operaci připadá na pracoviště montáže expanzního ventilu a operaci zkoušení. Bylo tedy provedeno zkušební měření a vybrán vhodný aspekt, který bude možné racionalizovat. Při této operaci bylo zjištěno, že časově náročný úkon je navlékání o- kroužků na přípojné trubky. Jestliže však budeme snižovat operační čas na tomto pracovišti, je nutné tomuto pracovišti přizpůsobit taktéž pracoviště zkoušky těsnosti heliem. Zkušební komora však má jisté parametry dané výrobcem, které již dále nelze snižovat - jedná se o dobu od otevření komory až po dokončení zkoušky a

vyjmutí výparníku z komory ven. Při podrobnějším prostudování komory byly nalezeny parametry, jejichž změnou by mohlo dojít ke zkrácení operačního času. V podstatě se jedná o zkrácení cyklu čidla na kontrolu podtlaku ve vakuové komoře, které zjistí podtlak, a pak se určitou dobu čeká než dojde k testu heliem. Podobným způsobem se chová i čidlo na vyhodnocení množství molekul helia v komoře. Po zkrácení doby lze takto ušetřit na 1 kusu až 4 s. Takto se tedy dostaneme na hodnotu 36 s z původních 40 s.. Můžeme tak upravit i čas na pracovišti montáže expanzního ventilu.

#### **5.8.1 Změna způsobu navlékání o- kroužků na přípojně trubky**

Jde o způsob, jakým dochází k navlékání o – kroužků na přípojně trubky. Stávající stav vychází z navlékání pomocí pinů. Tento způsob bude tedy nahrazen mechanickým navlékačem zavěšeným pomocí balancéru. Při měření byly zjištěny následující hodnoty, které jsou uvedeny v tabulce 15.

**Tabulka 15 Časová analýza navlékání o - kroužků**

Ruční navlékání O-kroužků / 2 ks pomocí pinů [ s ]			
čas z MTM analýzy: celkem	8,82		
Realita - vysoká zapracovanost: - 10%	7,94		
Mechanické navlékání O-kroužků / 2 ks (Varianta A - obsluha)			
	[ s ]	četnost	celkem
čas navlečení na trn / 1 ks ( á75 ks)	0,8	2	1,6
čas vyměnění nástavce v přípravku,( á75 ks)	0,1	2	0,2
čas nasazení pomocí přípravku,oba současně	3,3	1	3,3
			<b>5,1</b>
Mechanické navlékání O-kroužků / 2 ks (Varianta B – navlékač)			
	[ s ]	četnost	celkem
čas navlečení na trn / 1 ks ( á75 ks)	0,8	2	1,6
čas vyměnění nástavce v přípravku,( á75 ks)	0,1	2	0,2
čas nasazení pomocí přípravku,oba současně	1,7	1	1,7
			<b>3,5</b>
Vyhodnocení časů			rozdíl [s]
Studie A	7,94 -5,1		2,84
Studie B	7,94-3,5		4,44

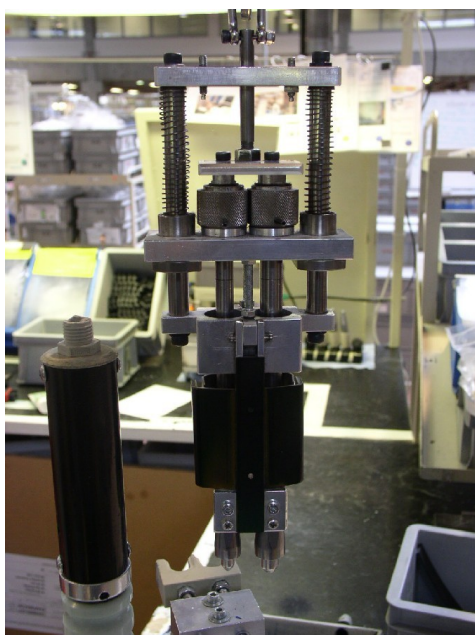
Zdroj: Vlastní zpracování

### 5.8.2 Návrh opatření ke snížení operačního času na pracovišti KV60

Z tabulky 15 je vidět, že bude nejvýhodnější varianta B. Varianta B však vyžaduje pracoviště na navlékání o-kroužků a 1 operátora. V případě využití varianty A by navlékání o – kroužků na trn zastávala obsluha pracoviště montáže expanzního ventilu.

V novém procesu bude vytvořeno pracoviště na navlékání o – kroužků a obsluhovat jej bude jeden operátor. Tento operátor bude navlékat o - kroužky i pro další typy

výparníků. Nový způsob navlékání o – kroužků se projeví v části technologického postupu / operační návodky na pracovišti KV60. Ke změně technologického postupu na pracovišti KV 70 nedojde, v tomto případě bude provedena změna nastavení zařízení za účelem snížení pracovního cyklu. Prostorové umístění pracoviště nebylo prozatím vyřešeno, jelikož je nad časový rámec diplomové práce. Požadavkem však bude co nejbližší do prostoru, kde se nachází všechna pracoviště montáže expanzních ventilů.



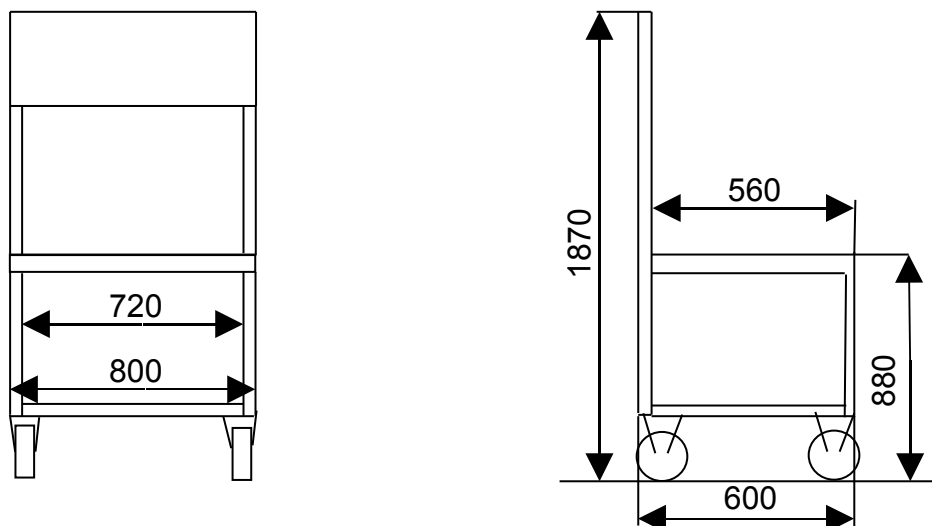
Zdroj: Vlastní zpracování

**Obr 47 Mechanický navlékač o - kroužků**



### 5.8.3 Stůl pro navlékání o- kroužků

Obr 48 Stůl na navlékání O-kroužků



#### Profil:

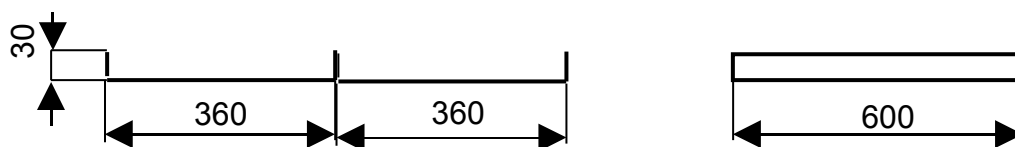
Bosch 40x40

Drážka – šířka 8mm

- hloubka 12mm

#### Spodní část: držák na MU6

Materiál: nerez



### Šuplík:

- 720x600 materiál: nerez
- výsuvný ze zadní části stolu

### Vršek stolu:

Světlo – délka 600mm

### Pracovní plocha:

800x560 materiál: nerez  
výseky 25x25 po celé ploše

### El. instalace:

z čela stolu: 1x zásuvka na 230V  
vypínač na světlo  
Elektrický kabel, délka 4m

### Krytí pracoviště:

800x500x200 materiál: plexi nebo  
podobný  
madlo na otvírání  
panty

#### 5.8.4 Nový technologický postup pro pracoviště montáže expanzního ventilu KV60

V novém technologickém postupu nedoje ke změně v pořadí úkonů.

1. Přivést vozík s výparníky na pracoviště montáže expanzního ventilu.
2. Provést vizuální kontrolu výparníku.
3. Nasadit O-kroužky na přípojně trubky pomocí mechanického navlékače.
4. Založit výparník do zakladače a upnout.
5. Srovnat a upnout trubky.
6. Nasadit držící desku a ventil se šrouby.
7. Sešroubovat ventil.
8. Provést kontrolu sešroubování.
9. Výparník vysunout na dopravník.

### 5.8.5 Výkonová norma na pracovišti montáže expanzního ventilu KV60

Stav před racionalizací: dle MTM analýzy je čas potřebný na výrobu jednoho kusu 42s na pracovišti montáže expanzního ventilu. Na pracovišti kontroly těsnosti heliem je pracovní cyklus na otestování 1 kusu 40s.

Stav po racionalizaci: dle nové MTM analýzy došlo na pracovišti montáže expanzního ventilu k poklesu času na výrobu jednoho kusu ze 42s na 38s. Na pracovišti testování těsnosti byl čas potřebný na 1 kus snížen na 37s.

Počet normovaných hodin na 100 Ks montážního celku:

$$N_h = T \cdot 105 / 3600$$

T – doba montáže 1 kusu

Nh1 – čas výroby na 100ks před racionalizací

Nh2 - čas výroby na 100ks po racionalizaci

$$N_{h1} = 42 \cdot 105 / 3600 = 1,22(h)$$

$$N_{h2} = 38 \cdot 105 / 3600 = 1,10(h)$$

Zvýšení produktivity:

$$P = 100 - N_{h2} \cdot 100 / N_{h1}$$

$$P = 100 - 1,10 \cdot 100 / 1,22 = 9,84\%$$

## 6 ZHODNOCENÍ RACIONALIZAČNÍCH KROKŮ

### 6.1 FINANČNÍ ZHODNOCENÍ RACIONALIZAČNÍCH KROKŮ NA PRACOVÍŠTI KV30

#### 6.1.1 Cenový rozpis dílů pro výparník PSA X7

M6274001	TRUBKA	€ 0,78
M6275001	TRUBKA	€ 0,85
M6272002	SBERNA TRUBKA UPL	€ 2,14
M6273002	SBERNA TRUBKA UPL	€ 2,14
E9325	PLOCHA TRUBKA	€ 0,50
E9100	lamela	€ 0,50
M6270001	DESKA	€ 0,29
K2359	SROUB INBUS	€ 0,06
61282	KULATY TESNICI KROUZEK	€ 0,02
61289	KULATY TESNICI KROUZEK	€ 0,03
A3555	STITEK	€ 0,00
M6269001	ZASLEPKA	€ 0,27
S5374001	EXPANZNÍ VENTIL	€ 4,23

Zdroj: Interní materiály

Cena montovaných dílů představuje 12 euro/ks. Cena včetně nákladů na výrobu činí 20 euro/ks.

#### 6.1.2 Finanční bilance racionalizačních opatření 1 - 5

V období před racionalizací zaujímal podíl šrotu 17,1% celkového množství vyráběných kusů. Po racionalizaci došlo k poklesu objemu šrotu zhruba na polovinu. Celkovou úsporu lze tedy přibližně vyhodnotit takto:

Náklady na výrobu jednoho kusu před racionalizací byly 20 euro. Pakliže je výparník vadný, lze z něho odmontovat expanzní ventil v ceně 5 euro a použít ho pro nový výparník. Jiné komponenty z již vadného kusu nelze použít. Pakliže budeme vycházet z období po racionalizaci, tj. leden, únor, březen, duben a vypočteme průměrnou hodnotu šrotu za toto období dojdeme k číslu 8,633%. Budeme-li porovnávat toto období s obdobím před vlastní racionalizací, tj. období září, říjen, listopad, prosinec, kde průměrná hodnota šrotu činila 17,1%, můžeme dojít k těmto hodnotám.

Za období září až prosinec 2008 se vyrobilo 1235 kusů – při ceně 20euro/ks, to činí 20 420 euro za období. Z toho bylo 17,1% vadných kusů což představovalo 214 vadných kusů. Jedná se o 3 210 euro v objemu šrotu.

Za období po racionalizaci – leden až duben 2008- došlo k poklesu nákladů spojených s výrobou díky racionalizačním krokům na 18,2 euro/ks. V celkovém objemu to pak představuje 504 758 euro na vyrobené kusy v tomto období. Z toho připadlo na šrot 8,633% vadných kusů v ceně 27 878 euro. Racionalizací a následným poklesem množství šrotu došlo k úspoře cca 0,9 mil korun během období leden až duben 2008. Na jednu směnu, kdy se vyrobí přibližně 700 kusů činí úspora cca 1 200 euro. Investice spojené s vyroběním nového typu držáku a zakladačky přípojných trubek se pohybovaly do 50 tis. Kč.

### **6.1.3 Finanční bilance zavedení pracoviště navlékání o – kroužků**

Za náklady spojené s tímto opatřením lze považovat výrobu nového stolu, zakoupení mechanického navlékače, zakoupení balancéru pro zavěšení mechanického navlékače. Momentálně je provozu využito 8 komor pro kontrolu heliem. V budoucnu, kdy se počítá s dalšími projekty, by v závodu mělo být až 18 komor na testování heliem. Lze tak počítat pro každou komoru s jedním pracovištěm montáže expanzního ventilu. Pro každé pracoviště je tak potřeba jednoho balancéru a jednoho mechanického navlékače.

Ucelený přehled o finančních nákladech na realizaci nového opatření byl nad časový rámec této diplomové práce. Nelze jej tedy dostatečně přesně vyhodnotit.

## 7. ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Celkovou efektivnost projektu obecně bývá zvykem posuzovat dle doby návratnosti, která se určuje z předpokládaných investičních nákladů na realizaci nového projektu (v našem případě nákladů na realizaci nového typu držáku pájecího rámu, na potřebné úpravy v případě nahrazení staré zakladačky za novou, či přidání nového pracovníka na pozici navlékače o- kroužků).

Dle požadavku firmy Behr došlo za období racionalizace k poklesu objemu šrotu výparníku PSA X7 zhruba na jednu polovinu oproti stavu před racionalizací. Na základě racionalizačních opatření byla také zavedena důkladnější kontrola výparníku na jednotlivých pracovištích, zejména však na pracovištích před zapájením výparníku.

Racionalizací došlo také ke zkrácení operačního času na pracovišti montáže expanzního ventilu a na pracovišti kontroly výparníku heliem. Byla zvýšena produktivita na pracovišti montáže expanzního ventilu přibližně o 10%. Za směnu tj. 7,5 hodiny se na pracovišti montáže expanzního ventilu vyrobilo 615ks před racionalizací. Po racionalizaci došlo k navýšení výroby na 682 ks za směnu.

Uplatnění racionalizačních kroků se projeví ještě významněji při neustálém zvyšování produkce tohoto typu ve výrobě. Celý projekt byl řešen na minimální nákladovost – bylo použito co nejvíce možných parametrů původní linky.

## 8. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ZELENKA,A.,PRECLÍK,V.,HANINGER,M.: *Projektování procesů obrábění a montáží*.2. vyd. ČVUT Praha,1995,190 s ISBN 80-01-02013-4
- [2] ZELENKA,A.,KRÁL,M.: *Projektování výrobních systémů*,1. vyd. ČVUT Praha,1995,365 s ISBN 80-01-01302-2
- [3] MUTHER,R.: *Systematické projektování*.,1. vyd. SNTL Praha,1970 ,198 s. -
- [4] HOFMANN,P.: *Technologie montáže*.1. vyd. ZCU Plzeň,1997,90 s, ISBN 80-7082-382-8
- [5] DUŠÁK.,K.: *Technologie montáže. Terminologie*. 1. vyd..TUL 2003,28s,80-7083-731-4 (brož.)
- [6] DUŠÁK.,K.: *Technologie montáže. Základy*. 1. vyd. TUL 2005.113 s. ISBN 80-7083-906-6
- [7] MELOUN,M.,MILITKÝ,J.: *Zpracování experimentálních dat*. Nakladatelství Plus,Praha 1994. 893. 80-85297-56-6 (váz.)
- [8] PLURA,J.: *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. ISBN 80-7226-543-1 Nakladatelství Computer Press,a.s.,Praha 2001
- [9] PLÁŠKOVÁ,A.: *Jednoduché nástroje řízení jakosti II*. Národní informační středisko pro podporu jakosti,ISBN 80-02-01690-4,Praha 2004
- [10] CELJAK,I.: *Technická normalizace a bezpečnost*. JU České Budějovice,2006
- [11] FIREMNÍ MATERIÁLY BEHR Czech s.r.o.

## 9. SEZNAM PŘÍLOH

POŘ. ČÍSLO	NÁZEV PŘÍLOHY	ČÍSLO PŘÍLOHY	FORMÁT	POČET LISTŮ
1	Náběhová křivka výroby výparníku PSA X7	-	A4	1
2	Výkres malé přípojně trubky	70.13743	A2	1
3	Výkres velké přípojně trubky	70.13744	A2	1
4	Výkres bloku po operaci kazetování	70.14755	A0	1
5	Výkres bloku výparníku po operaci lisování trubek	70.14754	A0	1
6	Výkres víčka sběrné trubky	70.12408	A2	1
7	Uspořádání linek v závodu Behr Czech s.r.o.	-	A3	1
8	Výkres pracoviště lisování přípojných trubek	6032 02 00 000	A0	1
9	Výkres lisovacího ústrojí pracoviště PSA X7	6032 05 00 000	A0	1
10	Výkres upínací soustavy pracoviště	6032 01 00 000	A0	1
11	Výkres polohovací části přípojných trubek	6032 04 00 000	A2	1
12	Výkres původní zakladačky přípojných trubek	6032 04 00 004	A4	1
13	Výkres nové zakladačky přípojných trubek	6032 04 00 004	A4	1
14	Výkres upínací jednotky	6032 01 01 000	A4	1
15	Výkres dorazu č.1	6032 01 04 000	A4	1
16	Výkres dorazu č.2	6032 01 02 000	A4	1
17	Výkres horního upínání	6032 01 03 000	A4	1
18	Výkres kontrolního mechanismu bočnice	6032 01 05 000	A4	1
19	Výkres razítka	6032 06 00 000	A4	1
20	Výkres původního držáku letovacího rámu	Rohrstütze X7	A3	1
21	Fotka letovacího rámu	-	A3	1
22	Seřízení stroje na lisování přípojných trubek	Úkon č.1	A4	1
23	Seřízení stroje na lisování přípojných trubek	Úkon č.2	A4	1
24	Seřízení stroje na lisování přípojných trubek	Úkon č.3	A4	1
25	Seřízení stroje na lisování přípojných trubek	Úkon č.4	A4	1
26	Údržba stroje na lisování přípojných trubek	Úkon č.1	A4	1
27	Údržba stroje na lisování přípojných trubek	Úkon č.2	A4	1
28	Sestava nádoby filtru	-	A4	1
29	Vymezení prostoru obsluhy pracoviště KV30	-	A4	1
30	Pracovní návod na výměnu coilu,	02302293	A4	2
31	Výměna hliníkového pásu,pracoviště KV 10	02303012	A4	1
32	Změna nastavení stroje na daný typ výparníku	02303149	A4	3
33	Pracovní návod pracoviště KV 20	02302894	A4	1
34	Pracovní návod na výměnu vadné lamely	02303415	A4	1
34	Pracovní návod na výměnu poškozené lamely	02301802	A4	1
35	Pracovní návod lisování přípojných trubek	02302894	A4	1
36	Pracovní návod na pracovišti KV 40	02301352	A4	1
37	Pracovní návod – pájecí materiál	02303356	A4	1
38	Pracovní návod na vkládání výparníků do košů	148560	A4	1
39	Pracovní návod Behroxal 2,vkládání do košů	02303320	A4	1
40	Pracovní návod Behroxal 1, vkládání do košů	02342074	A4	1
41	Pracovní návod Behroxal 2, vykládání z košů	02303320	A4	1
42	Pracovní návod Behroxal 1, vykládání z košů	02342074	A4	1
43	Pracovní návod na vyndání vadných kusů z košů	02303379	A4	3
44	Pracovní návod – montáž expanzního ventilu	02302892	A4	1



POŘ. ČÍSLO	NÁZEV PŘÍLOHY	ČÍSLO PŘÍLOHY	FORMÁT	POČET LISTŮ
45	Pracovní návod – Používání krabiček na o – kroužky Pracoviště KV60	02303132	A4	1
46	Pracovní návod – Zkouška těsnosti, pracoviště KV70	02302892	A4	1
47	Pracovní návod – Kontrola polohy expanzního ventilu , pracoviště KV80	02302891	A4	1
48	Pracovní návod – Kalibrace pomocí etalonu, pracoviště KV80	02303084	A4	3
49	Balící předpis, pracoviště KV90	-	A4	4
50	Vzájemný kontakt krytky a držáku přípojných trubek	-	A4	1
51	Vizualizace polohování přípojných trubek v nové zakladačce.	-	A4	4
52	Obrázek uložení přípojných trubek v nové zakladačce	-	A4	1
53	Obrázek uložení výparníků s novým konceptem držáku přípojných trubek	-	A4	1
54	Obrázek skladu letovacího materiálu	-	A4	1
55	Obrázek skladu strojů na lisování přípojných trubek	-	A4	1
56	Obrázek výparníků po balení	-	A4	1
57	Obrázek expedice výparníků ze závodu	-	A4	1
58	Obrázek skladu s kanbanovými zásobníky	-	A4	1
59	Obrázek pájecích klipů na vozíku	-	A4	1
60	Nový pracovní návod pro pracoviště montáže expanzního ventilu KV60	-	A4	3
	Přílohy jsou volně vloženy v deskách			